

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# APLIKACE SYSTÉMU SHOPTURN PŘI PROGRAMOVÁNÍ CNC SOUSTRUHŮ S HNANÝMI NÁSTROJI

SHOPTURN SYSTEM APPLICATION AT PROGRAMMING CNC LATHE WITH DRIVEN  
TOOLS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MARTIN ŠEDA

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. ALEŠ POLZER, Ph.D.

BRNO 2008



**ABSTRAKT**

Práce je zaměřena na rozbor funkcí a editorů dostupných pro programování hnaných nástrojů soustruhů v systému ShopTurn, včetně praktické aplikace na zadané součásti. Zpracování technické dokumentace, vytvoření NC programu a jeho simulace v prostředí SinuTrain.

**Klíčová slova**

ShopTurn, SinuTrain, dílenské programování, CNC, NC program

**ABSTRACT**

The work is focused on analysis of functions and editors available to programming of turning lathes with driven tools with usage of system ShopTurn, including practical application on given components. Processing of technical documentation. The creation of NC programme and its simulation in background of SinuTrain.

**Key words**

ShopTurn, SinuTrain, Workshop programming, CNC, NC programme

**BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

ŠEDA, Martin. *Aplikace systému ShopTurn při programování CNC soustruhů s hnanými nástroji: Bakalářská práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 65 s., 7 příloh. Ing. Aleš Polzer, Ph.D.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Aplikace systému ShopTurn při programování CNC soustruhů s hnanými nástroji** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně 18.5.2008

.....  
Martin Šeda



**Poděkování**

Děkuji tímto Ing. Aleši Polzerovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

**OBSAH**

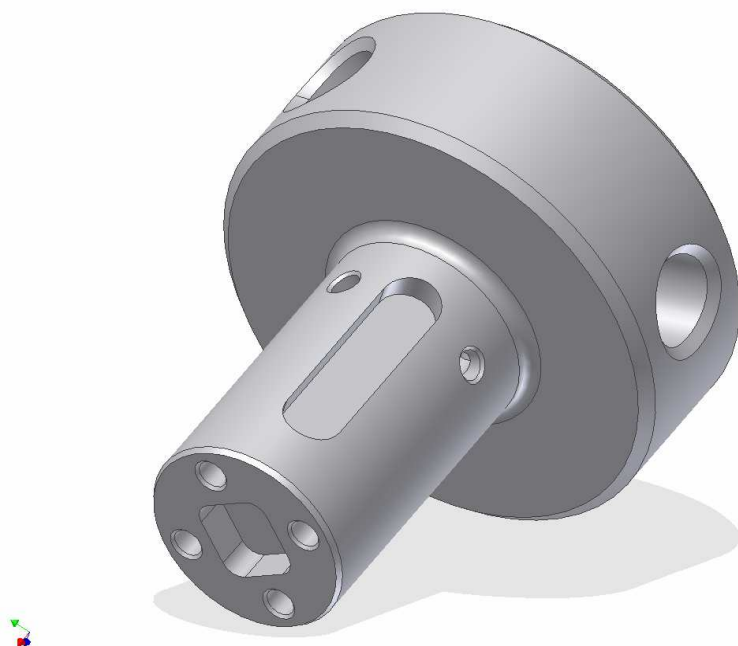
Abstrakt.....	3
Prohlášení.....	4
Poděkování.....	5
Obsah.....	6
Úvod .....	8
1 SinuTrain.....	10
1.1 Moduly systému SinuTrain .....	10
1.1.1 ISO programování soustruhů .....	11
1.1.2 ISO programování frézek.....	11
1.1.3 Dílenské programování soustruhů .....	12
1.1.4 Dílenské programování frézek .....	13
1.2 Instalace softwaru a přenos licence.....	13
1.3 Čeština v SinuTrain .....	14
1.4 Spuštění modulu ShopTurn.....	14
2 ShopTurn .....	16
2.1 Základní informace .....	17
2.1.1 Zadávání souřadnic .....	17
2.1.2 Nulové body .....	20
2.1.3 Pracovní prostředí, pohyb a ovládání systému ShopTurn .....	21
2.2 Založení nového programu .....	23
2.3 Definice nástrojů .....	25
2.4 Integrovaný konturový editor.....	26
2.5 CADReader.....	28
2.6 Rozbor funkcí pro hnané nástroje .....	30
2.6.1 Základní strategie vrtání.....	30
2.6.2 Vrtání hlubokých děr.....	32
2.6.3 Polohovací vzory .....	34
2.6.4 Frézování kapsy .....	36
2.6.5 Frézování po dráze .....	38
2.7 Simulace.....	40
3 Zpracování technické dokumentace.....	42
3.1 Nástrojové vybavení .....	42
3.2 Technologický postup.....	44
4 Zpracování NC programu.....	46
4.1 Založení nového programu a definice polotovaru .....	46
4.2 Zarovnání čela.....	46
4.3 Konturové soustružení – hrubování .....	47
4.4 Konturové soustružení - dokončení .....	48
4.5 Navrtání otvoru Ø5 mm a sražení 0,5x45° .....	50
4.6 Vrtání otvorů Ø5 mm délky 50 mm .....	51
4.7 Navrtání otvoru Ø5 mm, Ø15H8 a sražení 0,5x45°.....	51
4.8 Vrtání otvorů Ø5 mm délky 8,5 mm .....	52
4.9 Vrtání otvorů Ø14,25 mm délky 25 mm.....	53
4.10 Sražení 2x45° .....	53
4.11 Vyhrubování Ø14,75 mm.....	53
4.12 Vystružování Ø15H8 .....	54

4.13	Frézování drážky 10P9x8x40 .....	54
4.14	Frézování kapsy 14x14x6 – hrubování .....	56
4.15	Frézování boků kapsy 14x14x6 – dokončení .....	56
4.16	Sražení 2x45°, upíchnutí .....	57
5	Experimentální ověření NC programu .....	58
Závěr .....		60
Seznam použitých zdrojů .....		61
Seznam použitých zkratk a symbolů .....		64
Seznam příloh .....		65

## ÚVOD

V dnešní době se velice rychle rozvíjí technologie obrábění za účelem maximálního výkonu, vysoké jakosti obrobené plochy, snížení výrobních nákladů a zjednodušení a urychlení výrobního procesu. Důležitými oblastmi rozvoje technologie obrábění jsou řezné materiály, geometrie nástrojů, upínací systémy nástrojů, konstrukce obráběcích strojů, metody obrábění, ale také oblast vývoje řídicích systémů.

„S vývojem řídicích systémů pro obráběcí stroje je spojena i snaha zjednodušit vlastní etapu přípravy NC programů přímo u stroje. Standardním postupem stále zůstává, že programátor/obsluha obráběcího stroje zapisuje G-kódy přímo do řídicího systému stroje. Riziko chyby (desetinná tečka, jiný číselný údaj, ...) při tvorbě programu je značné. Jedinou možností ověření správnosti je vykonání NC programu v režimu Dry Run (‘‘obrábění bez třísek’’). Nelze nepřipomenout, že ve většině případů stroj, který je určen k odebírání materiálu, stojí a programátor se zabývá odlaďováním programu. Námitka, že tento problém lze zcela vyřešit nasazením vhodného CAM technologického systému a tím vlastní přípravu NC kódů přesunout z dílny do kanceláře technologa, je sice na místě, ale i výrobci CNC řídicích systémů nabízejí svoje řešení, které lze souhrnně pojmenovat jako dílenské programování.“ (1)

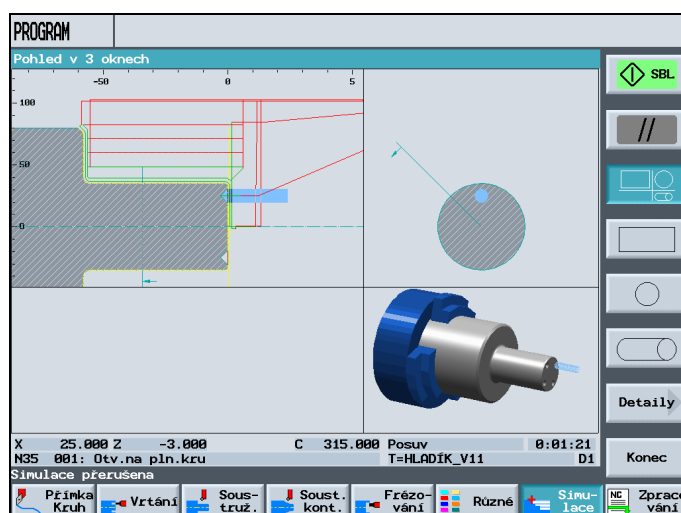


Obr. 1 Zadaná součást

Dílenské programování v systému ShopTurn je středem této práce. Cílem této bakalářské práce je seznámení a rozbor funkcí systému ShopTurn pro programování CNC soustruhů s hnanými nástroji a praktická aplikace na zadané součásti. Tvarově komplikovaná součást by se musela při konvečních metodách obrábět na soustruhu a potom na frézce nebo naopak. Při využití CNC soustruhu s hnanými nástroji ji lze vyrobit na jedno upnutí. (2) Součást (obr. 1) (výrobní výkres – příloha č.1) je výukového charakteru a obsahuje prvky, které se často objevují na rotačních součástích, jako jsou drážka pro pero, kapsa, díry rovnoběžné a kolmé na osu rotace obrobku (vrtané, vyhrubované, vystružované). Dalším cílem je zpracování technické dokumentace pro výrobu zadaného dílce, tvorba NC programu v prostředí ShopTurn a simulace tohoto programu v systému SinuTrain.

## 1 SINUTRAIN

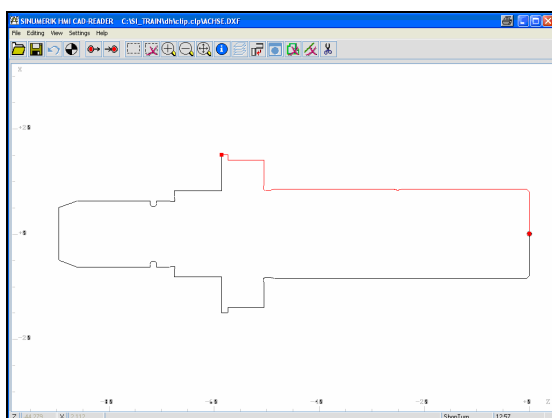
Tvorba programu pro zadanou součást a jeho simulace bude prováděna v modulu ShopTurn programu SinuTrain. SinuTrain obsahuje ucelené spektrum funkcí systému Sinumerik 810D a 840D, včetně programové nadstavby nad standardními obrazovkami ShopTurn a ShopMill, které usnadňují tvorbu komplexních technologických programů přímo v dílně. Jde o výukový a tréninkový program, který má programové moduly identické s řídicími systémy obráběcích strojů. Je určen pro instalaci na stolní počítače a notebooky. V podstatě jde i o plnohodnotnou alternativu pro přípravu programů pro systém Sinumerik. Nelze také nepřipomenout velkou výhodu v možnosti testovat vytvořené NC programy pomocí grafické simulace (obr. 1.1). (3,4)



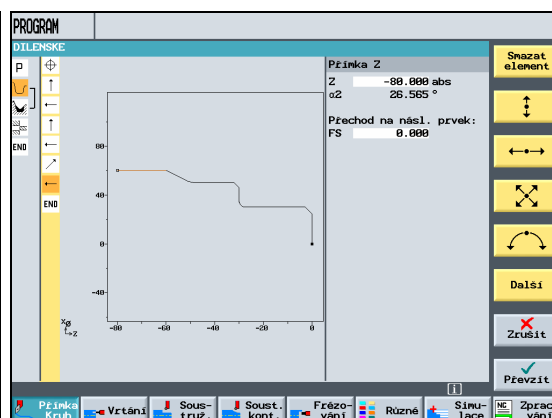
Obr. 1.1 Simulace

### 1.1 Moduly systému SinuTrain

Software SinuTrain pro programování NC programů a ovládání poskytuje moduly pro frézovací a soustružnické stroje. Lze volit mezi programováním pomocí G-kódu s podporou cyklů nebo programováním v dialogovém grafickém rozhraní dílenskou metodou. Tato metoda nevyžaduje znalost G-kódu. Pro tvorbu, editaci a přenos kontur lze využít CADReader (obr. 1.2) a integrovaný konturový editor (obr. 1.3). (5)



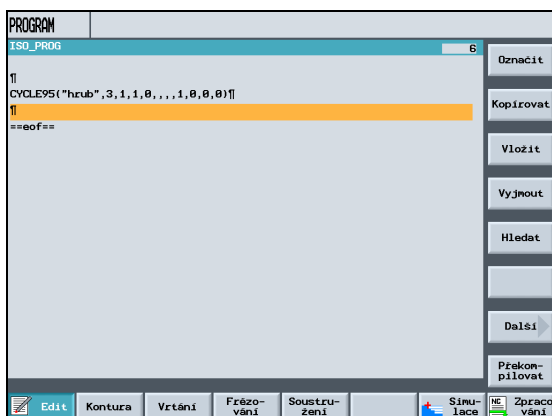
Obr. 1.2 CADReader



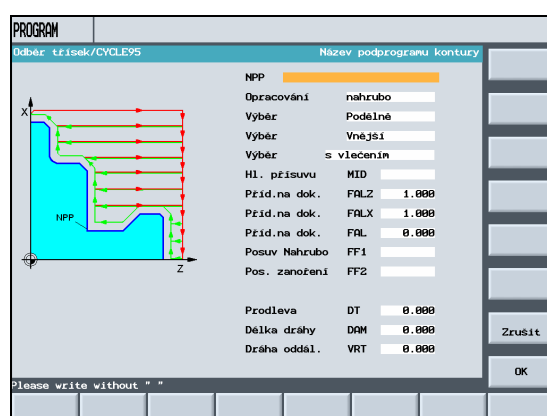
Obr. 1.3 Integrovaný konturový editor

### 1.1.1 ISO programování soustruhů

ISO programování probíhá přímým zadáváním jednotlivých bloků a slov G-kódu do textového editoru (obr. 1.4) řídicího systému soustruhu nebo za pomoci cyklů (obr. 1.5). Díky tomu je možný přístup ke všem elementárním pohybům, které lze upravovat například z hlediska strojního času. Tento způsob je vhodný pro kusovou, malosériovou, ale i velkosériovou výrobu a lze ho využít k optimalizaci externě vygenerovaných NC programů. (5)



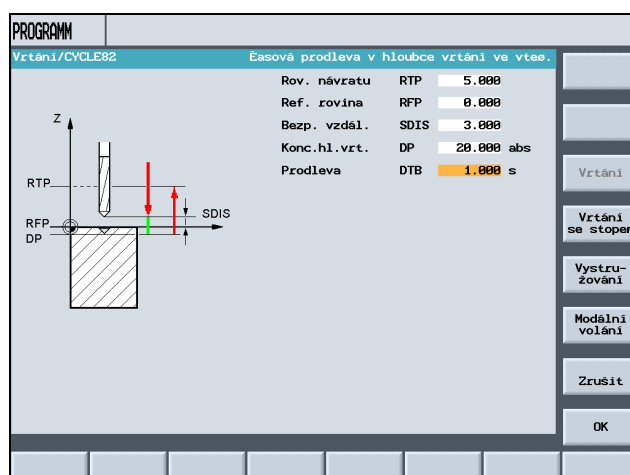
Obr. 1.4 Textový editor



Obr. 1.5 Cyklus 95

### 1.1.2 ISO programování frézek

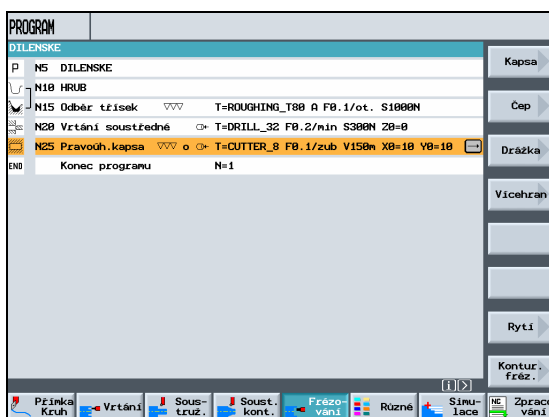
Princip ISO programování frézek je stejný jako u programování soustruhů (obr. 1.4 a 1.6). Řídicí systém Sinumerik 840D umožňuje vytvořit program pro obrobení složitých prvků, jako jsou např. šikmo vrtané díry a dutiny s pevnou orientací nástroje a další. (5)



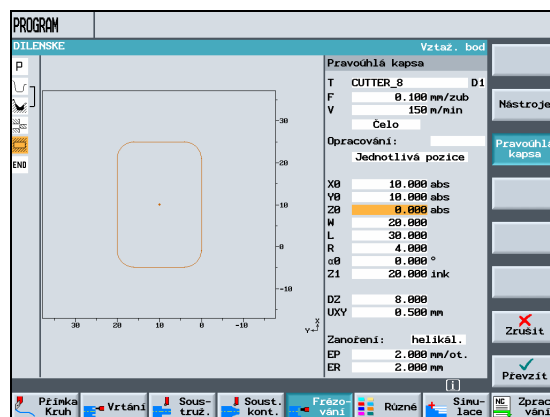
Obr. 1.6 Cyklus 82

### 1.1.3 Dílenské programování soustruhů

Systém ShopTurn je grafické interaktivní rozhraní pro programování CNC soustruhů. NC program není psán pomocí G-kódů do textového editoru, ale vytváří se pracovní technologický postup (obr. 1.7) vyplňováním tabulek pevných cyklů s grafickou podporou (obr. 1.8). Pracovní technologický postup výrazně zpřehledňuje programový zápis tvarově komplikované součásti a není podmínkou znalost G-kódu. Tento způsob programování je vhodný při výrobě malých sérií nebo jednotlivých kusů. Ale pokud se využije k optimalizaci NC programu ISO programování, je vhodný i pro výrobu velkých sérií. Tyto dva způsoby programování lze i kombinovat. (5)



Obr. 1.7 Pracovní technologický postup

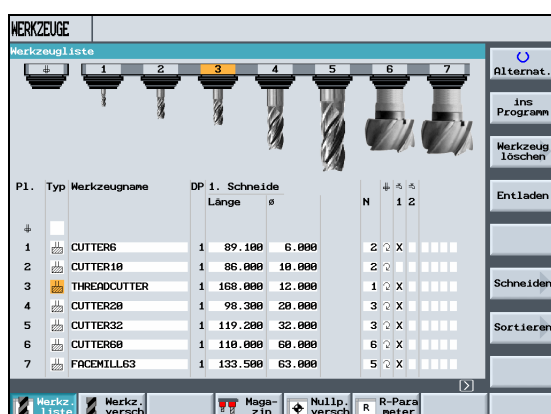


Obr. 1.8 Tabulka pevného cyklu

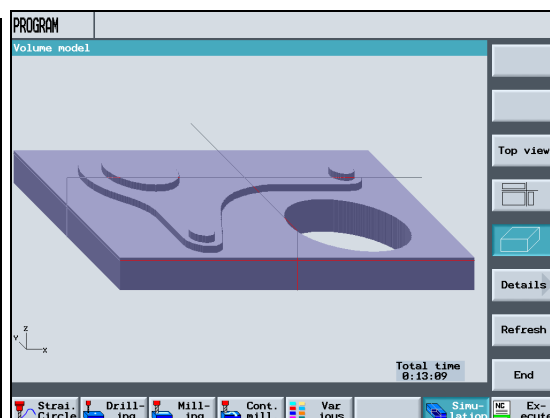


### 1.1.4 Dílenské programování frézek

Systém ShopMill je grafické interaktivní rozhraní pro programování CNC frézek a obráběcích center. Cykly v programu umožňují nejen 2,5D obrábění, ale i transformaci souřadného systému. Princip programování je stejný jako u dílenského programování soustruhů. Pro lepší přehlednost přispívá možnost zobrazení interaktivních nástrojů ve virtuálním zásobníku (obr. 1.9) a axonometrické zobrazení obráběné součásti v režimu simulace (obr. 1.10). (5)



Obr. 1.9 Virtuální zásobník



Obr. 1.10 Axonometrické zobrazení

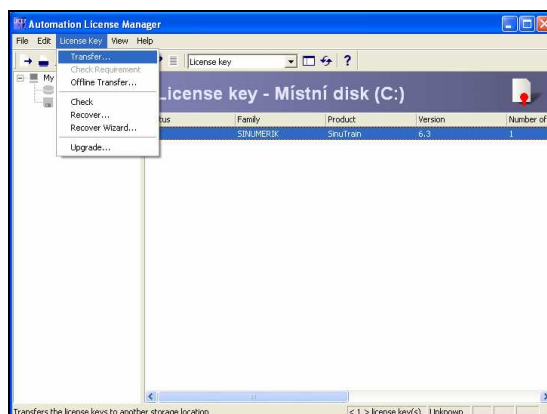
## 1.2 Instalace softwaru a přenos licence

Pro vypracování této práce je využita demoverze softwaru SinuTrain verze 6.3 edice 3 s 60-ti hodinovou licencí (obr. 1.11).

Instalační balík obsahuje instalační CD (CD1 – instalační, CD2 – dokumentace) a 3,5" disketu s licencí. Instalace je bez větších problémů. Definuje se pouze umístění programu na disku, jazykové prostředí a verze dílenských modulů. Může nastat problém, pokud počítač, na který se instaloval software, nemá 3,5" mechaniku, aby načetl licenci. Lze to vyřešit přenesením licence na flashdisk na jiném počítači s 3,5" mechanikou. Licence je soubor, který nelze libovolně kopírovat. Lze pouze přenést pomocí specializovaného softwaru LICENCE MANAGER, který je součástí instalačního CD (...:\SinuTrain\SinuACC\Setup.exe). A následovné přenesení pomocí příkazu TRANSFER v záložce LICENSE KEY a definováním umístění není žádný problém (obr. 1.12). (6)



Obr. 1.11 Instalční balík SinuTrain

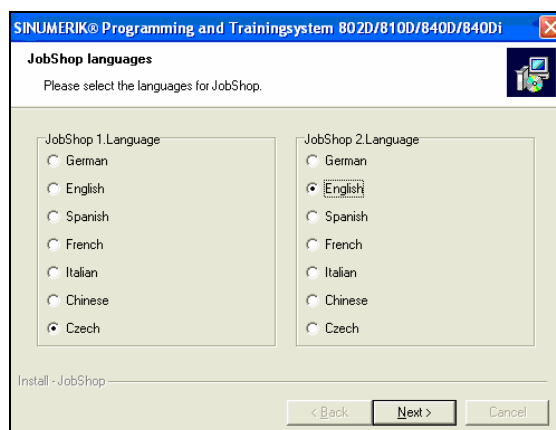


Obr. 1.12 Licence manager

### 1.3 Čeština v SinuTrain

Výuka, trénink a programování jde efektivněji, pokud se uživatel pohybuje ve svém přirozeném prostředí. Demoverze softwaru SinuTrain verze 6.3 edice 3 s 60-ti hodinovou licencí nabízí anglické, německé, francouzské, italské, španělské a čínské. Ale výrobce poskytuje i české jazykové prostředí. Lze si instalaci stáhnout na internetové adrese : [http://cadcam.fme.vutbr.cz/sinutrain/sinutrain\\_cz.zip](http://cadcam.fme.vutbr.cz/sinutrain/sinutrain_cz.zip). Při instalaci se opět definuje první (primární) a druhý (sekundární) jazyk prostředí a v tomto případě lze vybrat i český (obr. 1.13).

(6)



Obr. 1.13 Nastavení jazykového prostředí

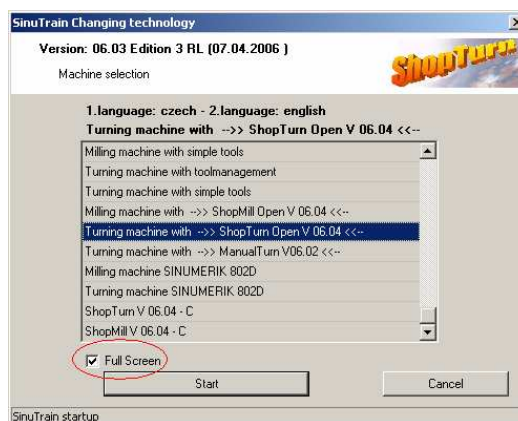
### 1.4 Spuštění modulu ShopTurn

V operačním systému Windows lze program spustit mnoha způsoby. Nejjednodušší je pomocí ikony na ploše *Start SinuTrain* (obr. 1.14). V okně

výběru modulu je možnost zaškrtnout funkci *Full Sreen* (obr. 1.15), která spustí program na celou obrazovku. Nelze ale využít softwarové strojní funkční klávesy. Po volbě modulu *ShopTurn Open V 06.04* a stisknutí tlačítka *Start* se spustí základní obrazovka.



Obr. 1.14 Ikona Start SinuTrain



Obr. 1.15 Výběr modulu

## 2 SHOPTURN

V těchto pár odstavcích jsou shrnuty fakta o ShopTurnu z předchozí kapitoly, která jsou rozšířena o další nové informace.

Systém ShopTurn vznikl v roce 2001. Je to grafické interaktivní rozhraní pro programování soustružnických, vrtacích a frézovacích operací na CNC soustruzích. Tyto soustruhy se vyznačují následující mechanickou konstrukcí:

- stroje se šikmým ložem s obráběním prováděným za středem otáčení,
- automatická výměna nástrojů,
- jedny saně obráběcího stroje,
- jedno vřeteno,
- jedno protivřeteno.

ShopTurn nemá variantu pro karusel a pro dvoukanálové obrábění (více nástrojových hlav), ale se svými možnostmi, tj. 2 osy, 2 vřetena, C-osa, M-frézovací rozšíření, plně uspokojuje dostatečně širokou součástkovou základnu.

Pro programování v tomto systému není nutností znalost G-kódu a zákonitostí pro tvorbu takového programu. Nutné jsou pouze znalosti technologie obrábění. Vytváří se pracovní technologický postup (obr. 1.7) v pracovních krocích postupným vyplňováním masek (tabulek) pevných cyklů jednotlivých operací, jako např. vyvrtávání, soustružení kontury, frézování kapsy na čele atd. Tyto cykly jsou podpořeny grafickou nápovědou a dynamickou čárovou grafikou (obr. 1.8). Tento pracovní technologický postup výrazně zpřehledňuje programový zápis tvarově komplikované součásti. Pro různá upřesnění je vkládání DIN/ISO programovacích bloků také možné. Systém obsahuje nástroje CADReader a konturový editor pro práci s konturami, které jsou popsány v dalších kapitolách.

Lze programovat navrtávání, vrtání, vystružování, vrtání závitů v libovolných polohovacích vzorech na čelní a plášťové ploše obrobku. Vrtací operace je možné zřetěžit s jedním nebo několika polohovacími vzory. Polohovací vzory lze využít i při frézování dutin, čepů, drážek a mnohoúhelníků jak na čelní, tak i na plášťové ploše obrobku. Tyto tvarové prvky jsou předdefinovány v maskách, ale pokud je zapotřebí jiného tvaru lze

ho nakreslit v konturovém editoru. Při programování také lze využít protivřetene pro předávání obrobku za chodu při synchronní činnosti obou vřeten, nebo povytažení polotovaru z vřetene. Toto je pouze částečný výčet pro částečné představení systému. (1, 7)

## 2.1 Základní informace

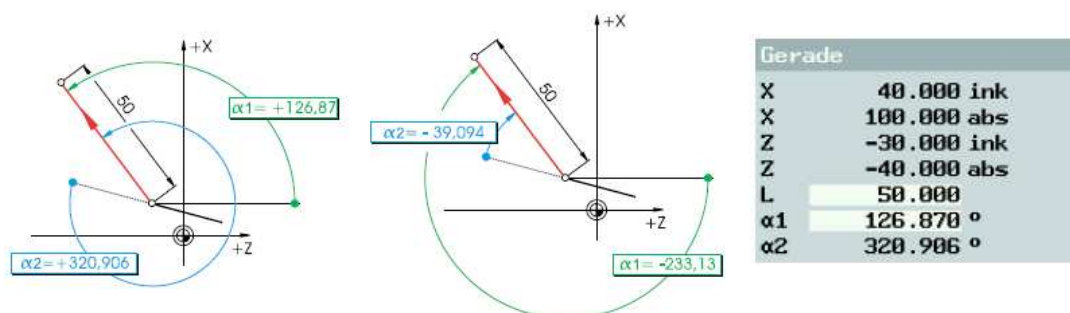
Ještě před začátkem rozboru funkcí pro hnané nástroje v systému ShopTurn je dobré vědět základní věci, jako jsou poloha pracovních bodů v pracovním prostoru, způsoby zadávání souřadnic a struktura prostředí ShopTurn a způsoby pohybu v něm.

### 2.1.1 Zadávání souřadnic

Při zadávání souřadnic je možné využít čtyř způsobů: absolutní, inkrementální, kartézský a polární způsob zadávání souřadnic. Každý z těchto způsobů má své výhody v určitých situacích. Proto je dobrá znalost těchto metod. Samotná metoda nebo jejich kombinace mohou usnadnit a zrychlit tvorbu programu.

#### Polární zadávání souřadnic

Pro úplné určení polohy bodu v souřadném systému se musí definovat vzdálenost  $L$  od počátku (bod) a úhel  $\alpha_1$ , který svírá úsečka, spojující bod a počátek, s kladným směrem osy  $Z$ . Lze využít úhel  $\alpha_2$ , který je mezi předchozím prvkem a spojnicí bodu s počátkem (obr. 2.1). Kladné hodnoty úhlu jsou ve směru pohybu proti hodinovým ručičkám.

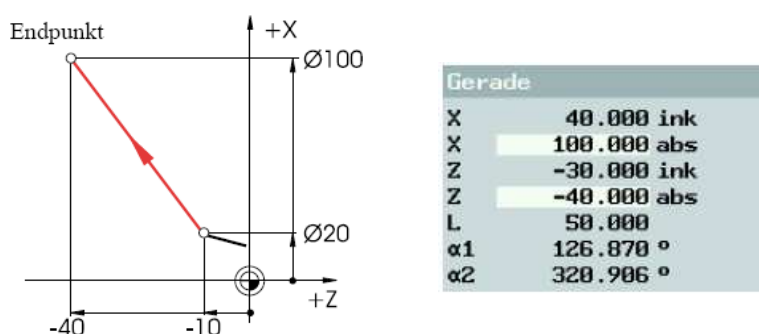


Obr. 2.1 Polární zadávání souřadnic (8)

Tento způsob lze s výhodou využít například u zadávání polohy děr pro vrtací operace, které jsou umístěny na roztečné kružnici. Odpadá složité dopočítávání X-ové a Y-ové souřadnice děr, stačí zadat rádius a úhly.

### Kartézské zadávání souřadnic

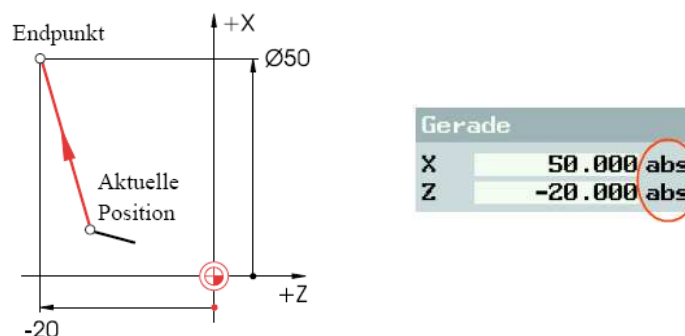
V případě stanovení koncového bodu přímky v kartézských souřadnicích je nutné definovat dva údaje, X-ovou a Y-ovou souřadnici bodu (obr. 2.2).



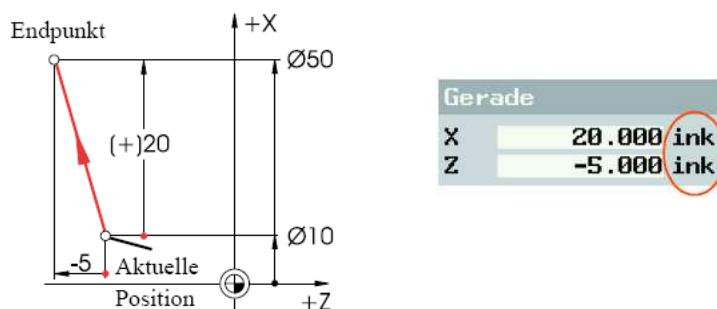
Obr. 2.2 Kartézské zadávání souřadnic (8)

### Absolutní a inkrementální kartézské zadávání souřadnic

Hodnoty souřadnic X a Z bodu při absolutním zadávání souřadnic jsou vztaženy k počátku souřadné soustavy. Nejčastěji to bývá počátek souřadného systému obrobku W (obr. 2.3). Při inkrementálním zadávání souřadnic je vše vztaženo k definovanému bodu, například koncový bod předchozí entity (obr 2.4). Využití způsobu zadávání souřadnic ve velké míře bude záležet na způsobu kótování na výkrese. Pokud bude kótováno od základny a tato základna bude totožná s počátkem souřadného systému obrobku je samozřejmé, že bude využita metoda absolutního zadávání souřadnic.



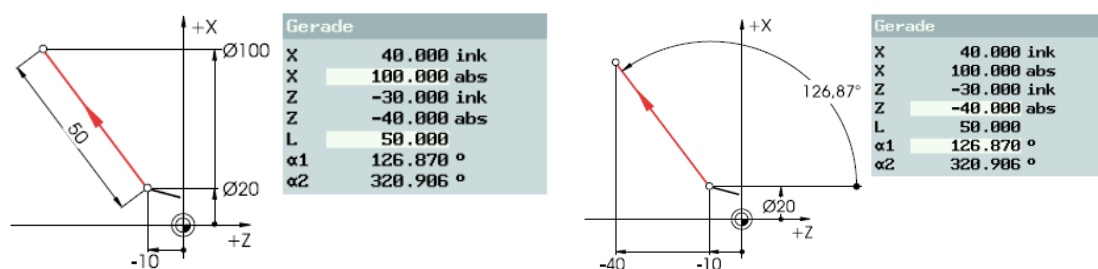
Obr. 2.3 Absolutní zadávání souřadnic (8)



Obr. 2.4 Inkrementální zadávání souřadnic (8)

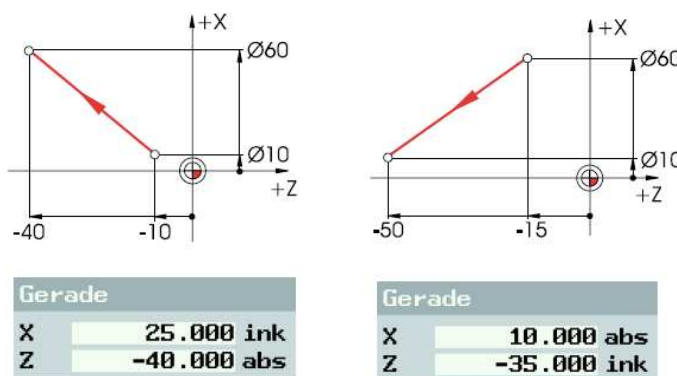
### Kombinace způsobů zadávání souřadnic

Všechny předchozí metody lze spolu kombinovat. Inkrementální s absolutním, polární s absolutním nebo s inkrementálním zadáváním souřadnic. Například pro definování kontury kužele se využije polární (úhel kužele) a inkrementální (délka kužele) zadávání souřadnic.



Obr. 2.5 Kombinace polárního a kartézského zadávání souřadnic (8)

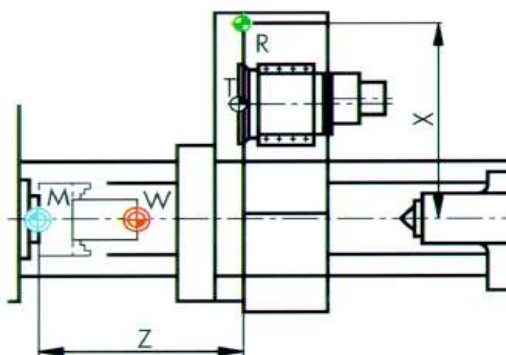
Pomocí programového tlačítka **Alternat.** lze přepínat mezi absolutním a inkrementálním zadáváním souřadnic v jednotlivých vstupních polích (obr. 2.6). (8)



Obr. 2.6 Kombinace absolutního a inkrementálního zadávání souřadnic (8)

### 2.1.2 Nulové body

V pracovním prostoru stroje jsou velice důležité body: referenční bod R, vztažný bod držáku nástroje T, počátek souřadného systému stroje M a počátek souřadného systému obrobku W. Tyto body slouží k orientaci v pracovním prostoru stroje.



Obr. 2.7 Důležité body v pracovním prostoru (8)

#### Počátek souřadného systému stroje M



Je to nezměnitelný počátek souřadného systému, ke kterému je vztažen souřadný systém stroje. Tento počátek je definován výrobcem podle konstrukce stroje.

#### Počátek souřadného systému obrobku W



Počátek souřadného systému obrobku W je bod, ke kterému se vztahuje program. Tento bod je definován v souřadném systému stroje a může být libovolný. Většinou je to bod, ke kterému se vztahuje nejvíce kót na výrobním výkrese.

#### Referenční bod R



Na referenční bod se najíždí za účelem vynulování měřicího systému, protože na počátek souřadného systému stroje nelze ve většině



případu najet. Řídící systém tak nalezne svůj počáteční bod pro odměřování vzdálenosti dráhy.

### Vztažný bod držáku nástroje T

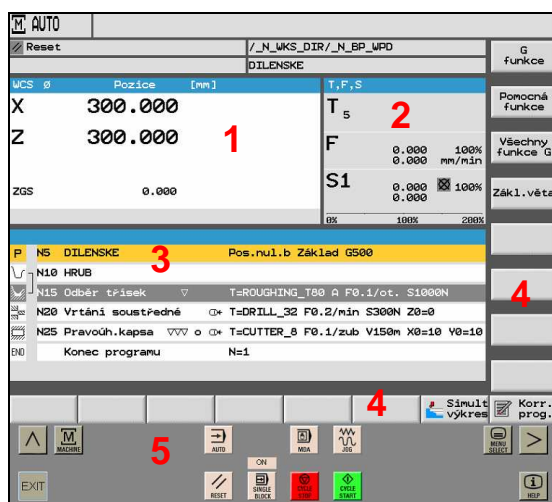


Vztažný bod držáku nástroje T je velice důležitý pro seřizování strojů s revolverovými zásobníky. K tomuto bodu se určuje poloha a korekce nástroje.(8)

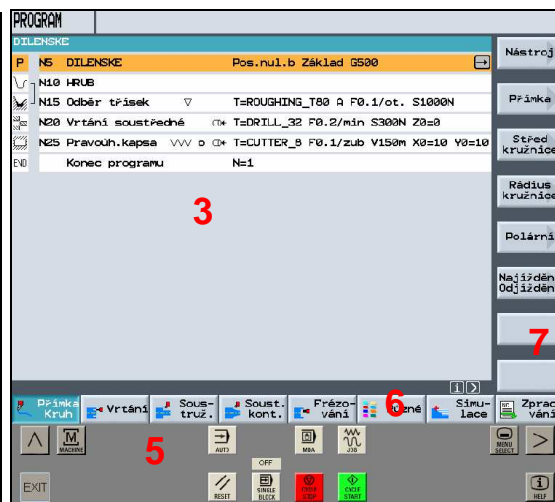
### 2.1.3 Pracovní prostředí, pohyb a ovládání systému ShopTurn

Pracovní prostředí v režimu *stroj* (obr. 2.8 ) a v režimu *program* (obr. 2.9) lze rozdělit na několik částí:

1. údaje polohy,
2. technologická data,
3. program,
4. programová tlačítka,
5. softwarové jednoúčelové klávesy,
6. horizontální programová tlačítka jednotlivých operací,
7. vertikální programová tlačítka rozšiřující operace.



Obr. 2.8 Prostředí v režimu stroj



Obr. 2.9 Prostředí v režimu program

Základní ovládání na stroji i na PC je pomocí ikon uspořádaných do horizontální a vertikální lišty umístěné ve spodní a pravé části obrazovky. Volba příslušných ikon na stroji je prováděna prostřednictvím plochého

řídícího panelu (obr. 2.10) pomocí programových tlačítek, která jsou na okraji obrazovky a svoji funkci mění podle toho jaká část systému je aktivní.



1. Displej
2. Tlačítka displeje
3. Horizontální programová tlačítka
4. Vertikální programová tlačítka
5. Blok tlačítek
6. USB rozhraní

Obr. 2.10 Plochý řídící panel (8)

K ovládání horizontální a vertikální lišty systému na stolním počítači nejsou k dispozici programová tlačítka jako na plochem řídícím panelu. Tyto lišty lze ovládat pomocí myši nebo funkčních kláves na počítačové klávesnici. Pro horizontální lištu slouží klávesy F1 až F8 a pro vertikální lištu klávesy Shift+F1 až F8. Další důležité funkční klávesy:

- F10 – přepíná mezi režimy,
- F12 *Hepl* - přepíná mezi nápovědou a čárovou grafikou,
- Shift+F9 - rozšíření nabídky horizontálního menu.

Absence jednoúčelových hardwarových kláves je na PC nahrazena softwarovými klávesami (pokud při startu programu SinuTrain není aktivováno pole *Full screen*) (obr. 2.8 a 2.9).

Nelze také zapomenout se zmínit o velice důležitém tlačítku „Alternative“, které slouží pro výběr možnosti u jednotlivých vstupních polí masek. Předchozí kapitola se zmiňuje o přepínání mezi absolutním a inkrementálním zadáváním souřadnic. V dalších kapitolách se bude volit mezi tvary polotovarů, řeznou rychlostí a otáčkami, atd. (7, 8, 9)

## 2.2 Založení nového programu

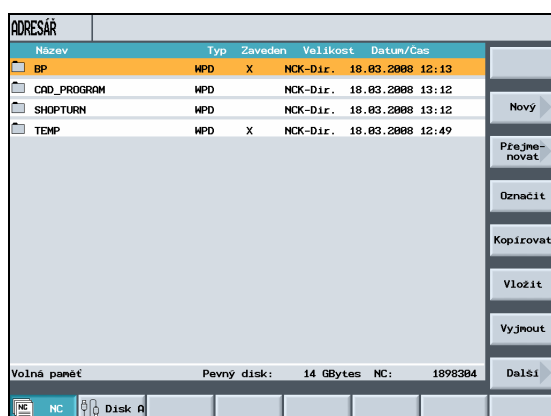
Nový program je možné založit pouze v programovém manažeru (obr. 2.11), do kterého se dostaneme z hlavního menu příkazem *program*



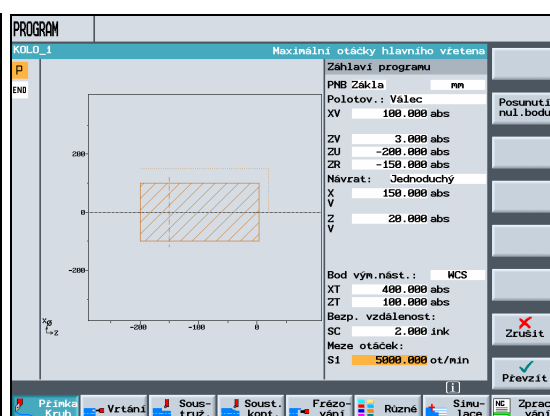
Pro-gram

Nový

. Ikonou *nový* v tomto manažeru lze založit novou složku a v ní nový soubor. Při zadávání názvu souboru je možnost určit způsob programování G-kódem nebo ShopTurn (díleenské programování). Hlavní částí založení nového programu je vyplnění tabulky (obr. 2.12), ve které se definuje polotovár, posunutí nulového bodu, rozměrové jednotky pro celý program (mm nebo palce), návratové roviny, bod výměny nástroje, bezpečnostní vzdálenost a maximální otáčky hlavního vřetene.



Obr. 2.11 Programový manažér



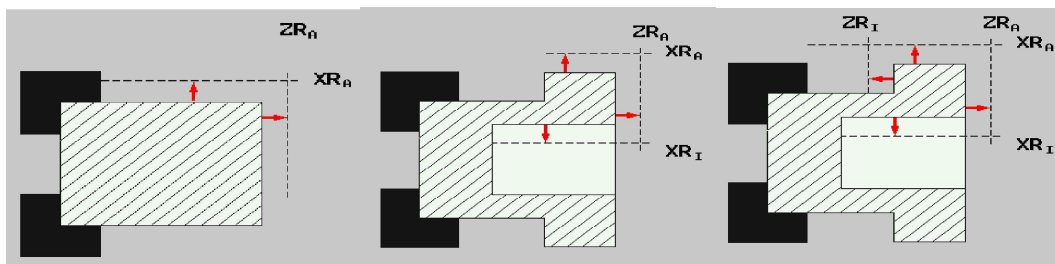
Obr. 2.12 Tabulka nového programu

Pro definování polotovaru je nutné určit tvar, rozměry a polohu. Na výběr je z válce, trubky, obdélníku a n-úhelníku. Z těchto 4 možností je nutné si zvolit, i když polotovár je výkovek nebo odlitek a využít funkci obrábění mezi dvěma konturami.

Bod výměny nástrojů je možné zadávat v souřadném systému obrobku (WSC) nebo souřadném systému stroje (MSC). Aby nedošlo ke kolizi, je nutné si uvědomit, že počátek souřadného systému obrobku se mění s umístěním obrobku a polohou nulového bodu na tomto obrobku.

Bezpečnostní vzdálenost je vzdálenost od kontury obrobku, od které nástroj najíždějící do řezu rychloposuvem se začne pohybovat strojním posuvem.

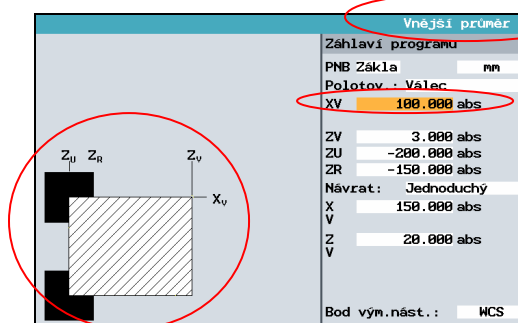
Návratové roviny udávají prostor, ve kterém se nástroj pohybuje po prodloužené dráze nástroje v řezu. Například při osovém vrtání, vrták k hranici návratové roviny přijíždí šikmo a za ní se už pohybuje po prodloužené dráze nástroje v řezu. Lze si vybrat z jednoduchého, rozšířeného a celého prostoru. Hlavní hledisko pro správný výběr je tvarová složitost obrobku.



Obr. 2.13 Jednoduchý, rozšířený a celý prostor návratových rovin

Hlavním důvodem zadávání maximálních otáček hlavního vřetene je soustružení v blízkosti osy (upichování a soustružení čela), kde by se vřeteno roztočilo do velmi vysokých otáček, aby zachovalo konstantní řeznou rychlost. Tato hodnota je maximální povolená.


Význam všech zadávaných hodnot není nutné rozebírat, poněvadž každé z postupně aktivovaných polí je doplněno interaktivní grafickou (zobrazení této nápovědy lze aktivovat klávesou F12) a textovou nápovědou v českém jazyce. Tuto nápovědu lze využít v celém programu.




Obr. 2.14 Interaktivní grafická a textová nápověda

Pokud bude potřeba z nějakého důvodu změnit nebo poopravit zadané údaje v tabulce, lze najet na první položku pracovního postupu a šipkou vpravo se tato tabulka opět načte. Tímto postupem lze editovat všechny řádky pracovního postupu. (10, 11)

## 2.3 Definice nástrojů

Definování nových nástrojů se provádí v *Seznamu nástrojů* (obr. 2.15), ke kterému je možné se dostat ikonou *Nástroje Posunutí NB*  **Nástr. Pos.NB** z hlavního menu. Aby nástroj byl kompletně definován, je potřeba zvolit nebo zadat následující parametry:

- druh nástroje (soustružnický nůž, fréza, vrták, koncový doraz, měřicí sonda, závitník, atd.),
- orientaci nástroje (např. ,
- jednoznačně určující název (např. Vrták\_8),
- délkové, poloměrové nebo průměrové korekce pro výpočet polohy řezného nástroje (tyto hodnoty se zpravidla zjišťují na seřizovacím pracovišti nebo je lze změřit přímo na stroji metodou škrábnutím nebo pomocí měřicí sondy),
- úhel upnutí a aplikační úhel nástroje pro soustružnické nože, úhel špičky u vrtáků a počet zubů, jedná-li se o nástroj pro frézování,
- směr otáčení vřetena a požadavky na chladicí kapalinu (stupeň 1 a 2).

Výše zvolené parametry definující řezný nástroj jsou akceptovány nejen při grafické simulaci, ale i při řadě kontrolních propočtů, které jsou prováděny v pozadí. Editace položek je možná přepsáním obsahu pole. Obsah pole *typ* lze upravovat pomocí ikony *Alternativa*. Pro přehlednou orientaci v seznamu je možno třídit nástroje dle pozic v zásobníku, čísla, jména nástroje nebo typu.

NÁSTROJE									
Seznam nástr.									
Mis	Typ	Název nástr.	DP	1. břit	ΔDélka X	ΔDélka Z	ΔRadius	T	C
1		ROUGHING_T80 A	1	55.840	39.124	0.000	95.0 00	12.0 0	
2		DRILL_32	1	0.000	185.124	32.000	188.0		
3		FINISHING_T35 A	1	-40.000	-63.000	0.400	93.0 35	12.0 0	
4		ROUGHING_T80 I	1	-8.950	122.457	0.000	95.0 00	10.0 0	
5		PLUNGE-CUTTER_3 A	1	85.124	44.124	0.200	3.000	8.0 0	
6		FINISHING_T35 I	1	-12.658	121.807	0.400	95.0 35	8.0 0	
7		THREADING_T1.5	1	66.326	33.333	0.050			
8		CUTTER_8	1	87.833	74.621	0.000		3	
9		PLUNGE-CUTTER_3 I	1	-11.736	135.124	0.100	3.000	4.0 0	
10		DRILL_5	1	0.000	185.124	5.000	118.0		
11		BUTTON_TOOL_8 A	1	88.112	38.123	2.000			
12									
13									
14									

Obr. 2.15 Seznam nástrojů

NÁSTROJE									
Opotřebení nástroje									
Mis	Typ	Název nástr.	DP	1. břit	ΔDélka X	ΔDélka Z	ΔRadius	T	C
1		ROUGHING_T80 A	1	0.000	0.000	0.000	0.000		
2		DRILL_32	1	0.000	0.000	0.000	0.000	15.0	17.0
3		FINISHING_T35 A	1	0.000	0.000	0.000	0.000	18	20
4		ROUGHING_T80 I	1	0.000	0.000	0.000	0.000		
5		PLUNGE-CUTTER_3 A	1	0.000	0.000	0.000	0.000		
6		FINISHING_T35 I	1	0.000	0.000	0.000	0.000		
7		THREADING_T1.5	1	0.000	0.000	0.000	0.000		
8		CUTTER_8	1	0.000	0.000	0.000	0.000		
9		PLUNGE-CUTTER_3 I	1	0.000	0.000	0.000	0.000		
10									
11		BUTTON_TOOL_8 A	1	0.000	0.000	0.000	0.000		
12									
13		DRILL_5	1	0.000	0.000	0.000	0.000		
14									

Výstražný limit,  
trvanlivost

Blokování  
nástroje,  
funkce  
nadměrný  
nástroj

Obr. 2.16 Opotřebení nástrojů

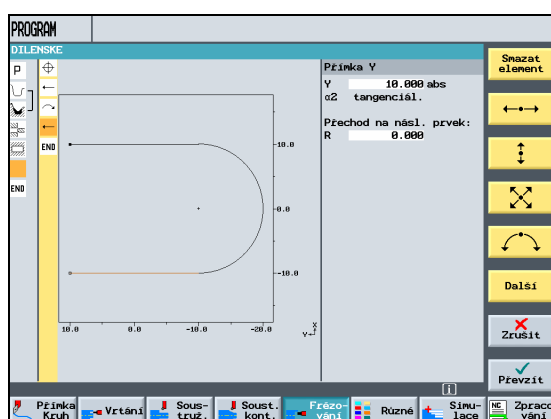
Z důvodu opotřebovávání nástroje při obrábění nebo i z jiných důvodů musí být jemně korigovány rozměrové parametry nástroje. V položce *Opotřebování nástrojů* (obr. 2.16) lze doladřovat vstupní hodnoty  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  a  $\Delta r$ adius, aby obrobek splňoval výrobní tolerance.

Pokud je potřeba sledovat dobu nástroje v řezu, lze do polí *výstražný limit* (výstražné hlášení) a *trvanlivost* (výměna nástroje za nový) zadat limitní hodnoty (obr. 2.16). Tyto hodnoty je možné zadat v minutách (T) nebo vyrobených kusech (C).

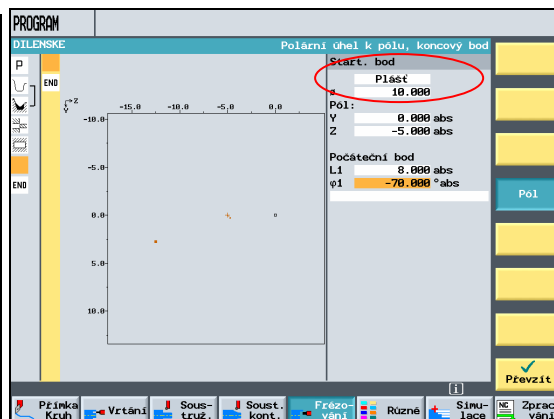
Při použití velkého nástroje by mohlo dojít ke kolizi se sousedícími nástroji v zásobníku. Využitím funkce *Nadměrný nástroj* se tyto sousedící pozice zablokují, aby se do nich nemohly vkládat jiné nástroje. Funkce *Blokování nástroje* umožní pevné umístění nástroje v zásobníku. (7,10,12)

## 2.4 Integrovaný konturový editor

Konturové soustružení si lze představit jako odebrání materiálu v oblasti ohraničenou z jedné strany křivkou (konturou), definující tvar příslušné obrobene části, a z druhé strany tvarem polotovaru. Pokud je polotovár výkovek nebo odlitek, lze ho také definovat konturovou křivkou. Stejně je to i u frézování. Konturou je možné nadefinovat tvary kapes, ostrůvků a drah frézovacích nástrojů. V modulu ShopTurn je možné jednoduché tvary součástí kreslit přímo v konturovém editoru nebo lze využít externí CAD systém a prostřednictvím modulu CADReader křivky importovat.



Obr. 2.17 Konturový editor



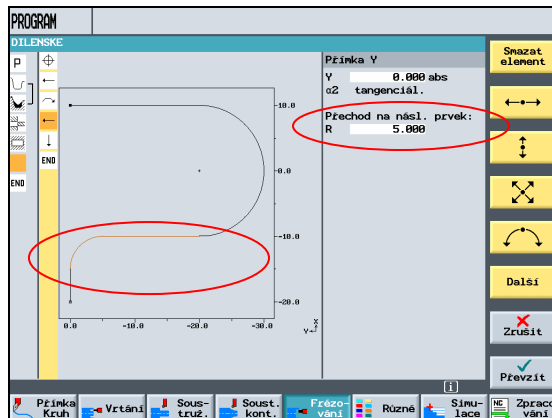
Obr. 2.18 Zadání startovního bodu

Konturový editor (obr. 2.17) lze aktivovat ikonou *Nová kontura* (Frézování / Konturové frézování / Nová kontura, Soustružení konturové / Nová kontura).

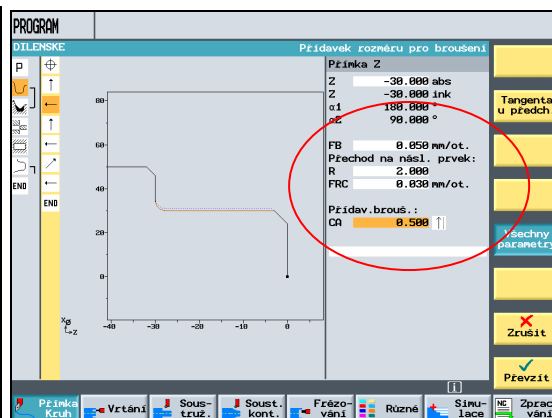
Prvním krokem vytvoření kontury je definice startovního bodu. Před vlastním zadáním startovního bodu pomocí souřadnic nebo pólu je nutné určit rovinu (čelo - XY / plášť - YZ), ve které se bude obrábět a také definovat kontura (obr. 2.18).

Kontura je tvořena přímkovými a obloukovými elementy, kterých může být naprogramováno až 100. Tvorba úsečky v ikonovém menu je rozdělena na horizontální, vertikální a na úsečku pod úhlem (obr. 2.17). Pro určení kruhového oblouku je možné zadávat koncový bod a rádius nebo koncový bod a střed křivosti. Při zápisu souřadnic je zpravidla nabízeno několik polí, přičemž není nezbytné vyplňovat všechna. Lze je chápat jako možnosti volby parametrů při definování elementu (např. vzdáleností a úhlem nebo koncovým bodem X,Y) a zbývající parametry jsou automaticky dopočítávány.

Tvorba jednotlivých prvků je dále rozšířena o integrovanou položku *Přechod na následující prvek* (obr. 2.19), která podstatně zjednodušuje tvorbu a snižuje počet konturových elementů. Na přechod mezi prvky lze naprogramovat sražení (FS) nebo zaoblení rohů (R).



Obr. 2.19 Přechod na násled. prvek



Obr. 2.20 Ikona Všechny parametry

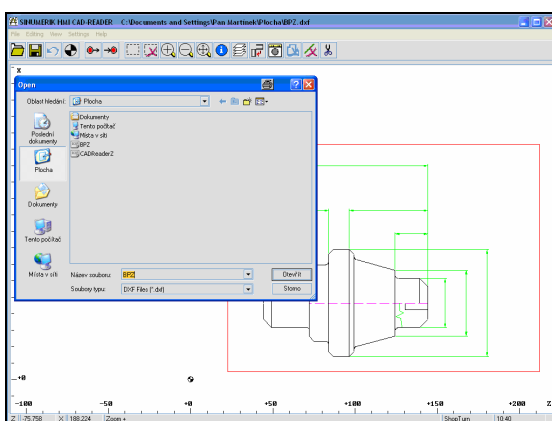
Nelze neupozornit na ikonu s názvem *Všechny parametry* (obr. 2.20). Tato ikona v sobě skrývá nejenom rozšíření možnosti definování elementu, ale i pro soustružení nastavení posuvu vztaheného pouze k jednomu prvku kontury (FB) nebo k přechodovému prvku (FRC). Aby se nemusely přepočítávat uzlové body konturové křivky pro zanechání přídávku na broušení, tak lze zadat velikost přídávku k jednotlivým prvkům (CA).



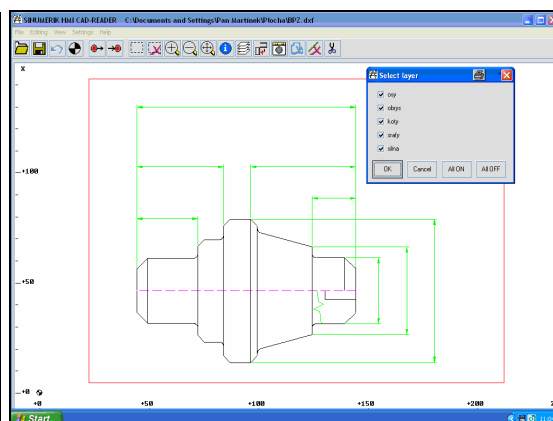
Kontura definující např. tvar kapsy nebo ostrůvku sama osobě neumožňuje obrábění. Je nutno ji doplnit o vhodnou obráběcí strategii. (7,10,13)

## 2.5 CADReader

Pokud je k dispozici elektronický výrobní výkres, je možné ho využít k tvorbě (vygenerování) kontury, podle které se bude následně obrábět. Tím se ušetří čas při definování kontury v integrovaném konturovém editoru. K tomu slouží modul s názvem CADReader (obr. 2.21), který je přístupný z rozšířeného základního menu (Shift+F9 rozšíření nabídky horizontálního menu) pod ikonou se stejným názvem **CAD Reader**. CADReader neslouží k tvorbě kontur, ale umožňuje zobrazit (načíst), upravit a převést vybrané grafické objekty (vytvořené v externím CAD systému) do textové podoby G-kódu.








Obr. 2.21 CADReader, Import






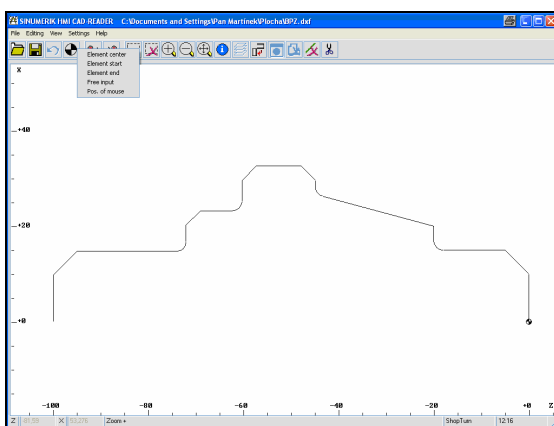
Obr. 2.22 Volba hladin

Základní postup práce v tomto modulu lze shrnout do následujících bodů.

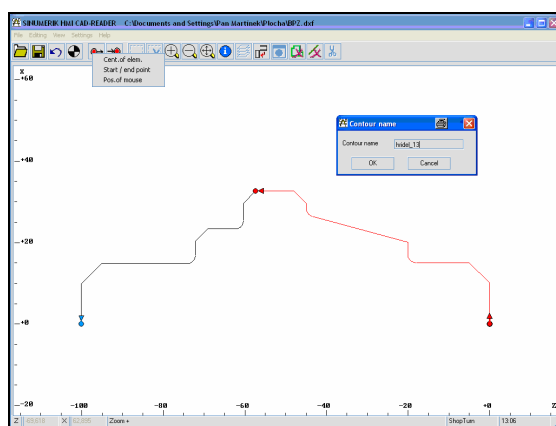
- Import grafického *dxf* souboru ikonou .
- Výkres zpravidla obsahuje i prvky, které k tvorbě kontury jsou nepotřebné. Volbou *Select layer*  lze vypnout nepotřebné hladiny (obr. 2.22). Pro další úpravu slouží ikony  (skryje šrafy a kóty),  (vymaže element) a  (ořeže a vymaže elementy podle okna).




- Volba nulového bodu ikonou *Set zero*  (obr. 2.23), ke kterému se budou počítat počáteční a koncové body elementů. Při volbě lze využít úchopové body ( začátek, střed a konec elementu), zadání přímo z klávesnice nebo myši.
- Volba prvků kontury pomocí ikon *Set contour start point*  a *end point* , které určují začátek a konec kontury (obr. 2.24). Při volbě lze opět využít úchopové body nebo zadání přímo myši.



Obr. 2.23 Volba nulového bodu



Obr. 2.24 Volba prvků kontury

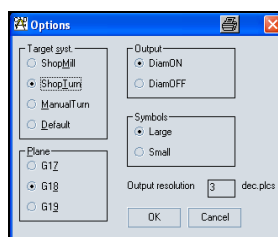
- Vybrané prvky překompilovat do textové podoby souboru. Překlad se vytvoří automaticky uložením vybraných prvků kontury ikonou . Ukládat lze v následujících formátech:

MPF – Main Program File (hlavní NC program součásti)

SPF – Sub Program File (podprogram)

ARC – archivační soubor

Při vytváření kontury pro frézování je nutné provést změnu souřadného systému v položce roletového menu *Settings / Options* (obr. 2.25). Pro frézování na čele rovina XY (G17) a na plášti rovina YZ (G19). (11,14)



Obr. 2.25 Volba souřadného systému

## 2.6 Rozbor funkcí pro hnané nástroje

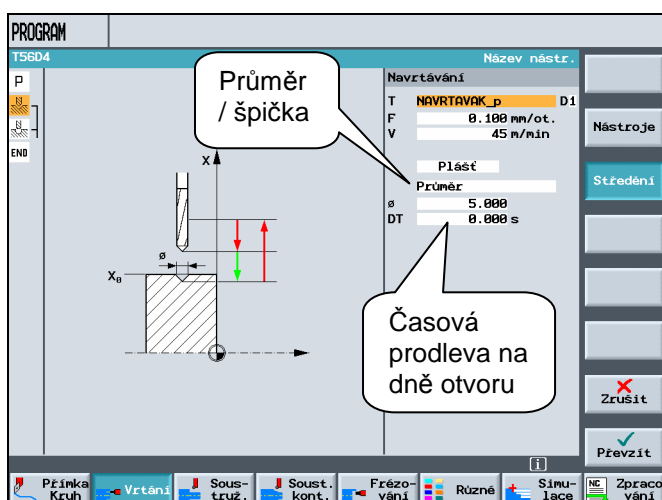
Jak už samotný název napovídá, práce se zabývá hnanými nástroji na soustruhu. Sem spadají frézovací operace a vrtací operace, u kterých osa vrtané díry není totožná s osou obrobku. V tomto případě se otáčí vřeteno stroje a nástroj stojí. Z důvodu rozsahu práce je omezeno pouze na rozbor funkcí, které jsou použity na zadaném obrobku.

- Navrtávání
- Vrtání krátkých děr
- Přesné dokončovací obrábění vystružováním
- Vrtání dlouhých děr
- Frézování kapsy
- Frézování po dráze

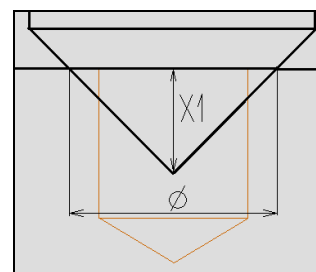
### 2.6.1 Základní strategie vrtání

Do nabídky základních strategií patří navrtávání, vrtání krátkých děr a přesné obrábění vystružováním, které najdeme pod ikonou **Vrtání** **Vystružování** . U všech tří strategií je nutné definovat nástroj (T), posuv (F) (mm/ot. nebo mm/min), řeznou rychlost (V) (m/min nebo ot./min) a orientaci strategie (čelo/plášť). Lze také využít časovou prodlevu na dně otvoru (DT), která může zlepšit vlastnosti povrchu otvoru.

- **Navrtávání** je strategie určená pro vytvoření naváděcího kuželového otvoru s přesnou polohou krátkým tuhým nástrojem a případného sražení (obr. 2.27) pro následně vrtanou díru. Aby odpadl výpočet hloubky zanoření nástroje (X1), systém poskytuje možnost zadat průměr zanechané kruhové stopy ( $\emptyset$ ).

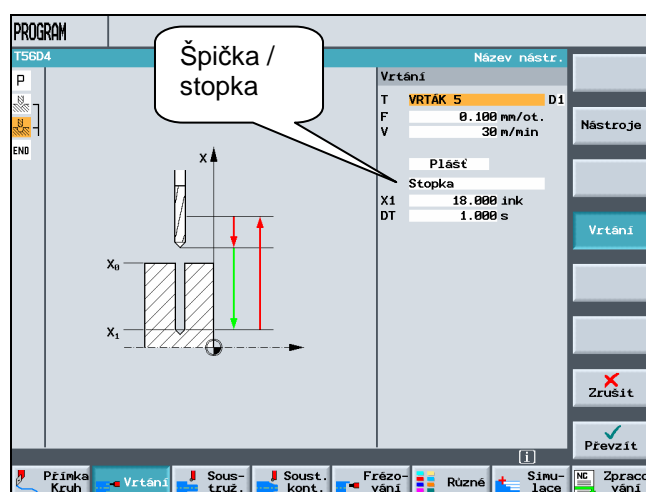


Obr. 2.26 Navrtávání

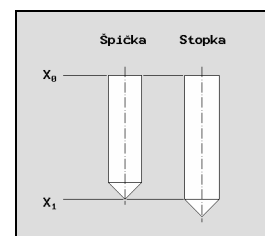


Obr. 2.27 Sražení díry

- **Vrtání krátkých děr** **Vrtání**. Nástroj sjede rychloposuvem na bezpečnostní vzdálenost, odkud se pohybuje strojním posuvem nepřerušovaně na zadanou hloubku ( $X_1$ ), kterou lze naprogramovat ke špičce nebo stopce (obr. 2.29). Následně se vrací rychloposuvem zpět na návratovou rovinu. Při této strategii je kontrolované utváření třísky a její odstranění z místa řezu funkcí geometrie nástroje a nastavených řezných podmínek, protože nelze využít strategií lámání třísek nebo vrtání s výplachem.



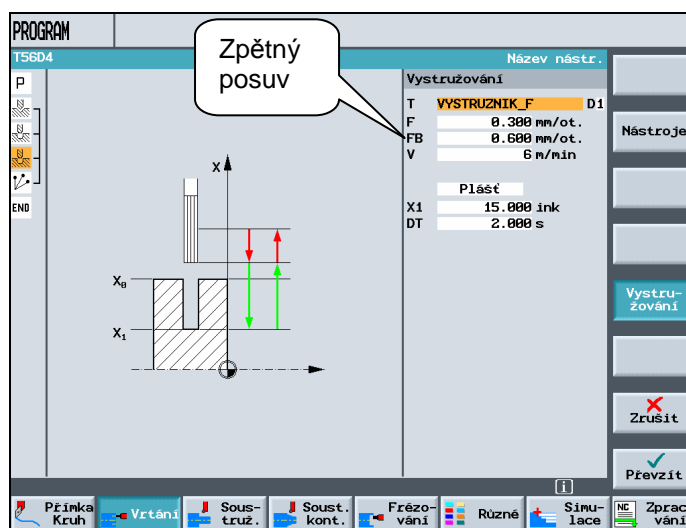
Obr. 2.28 Vrtání krátkých děr



Obr. 2.29 Hloubka díry

- **Přesné dokončovací obrábění vystružováním** **Vystružování** je skoro stejná jako předchozí strategie s tím rozdílem, že místo zpětného pohybu rychloposuvem, který by mohl poškodit povrch vrtané díry,



se nástroj pohybuje posuvem (FB). Tento posuv je možno samostatně zvolit.



Obr. 2.30 Vystružování

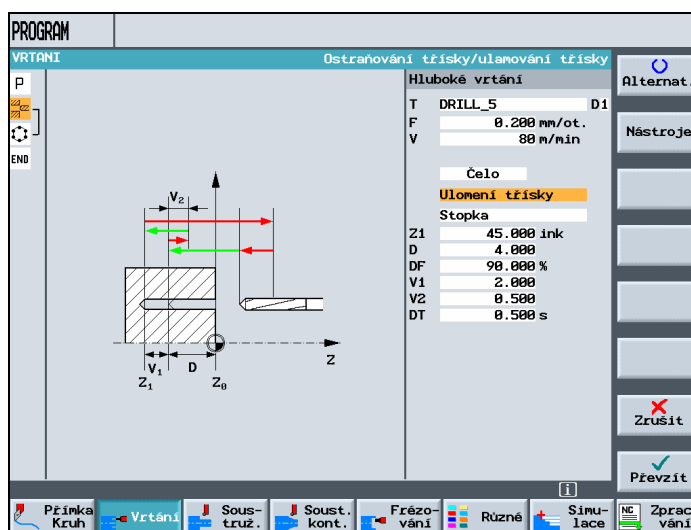
Všechny tyto strategie je nutné doplnit o definici polohy (pozice), která se řeší v kapitole 2.6.3 *Polohovací vzory*. (11,13)

## 2.6.2 Vrtání hlubokých děr

Tato funkce lze aktivovat ikonou *Vrtání hlubokých děr*  po zvolení technologie *Vrtání*  v horizontálním menu. Do této oblasti patří zpravidla délky vrtaných děr, které jsou v rozsahu od 5D až po 100D a více. S rostoucí hloubkou vrtané díry se zvyšují nároky na nástroj, chlazení, mazání a také na pracovní postupy, na kterých je závislé kontrolované utváření třísky a bezproblémové odstraňování této třísky z vrtaného otvoru. Pro usnadnění utváření a odstranění třísky z místa řezu systém ShopTurn nabízí dvě strategie pro vrtání hlubokých děr, které se od sebe liší způsobem pohybu nástroje při procesu vrtání.

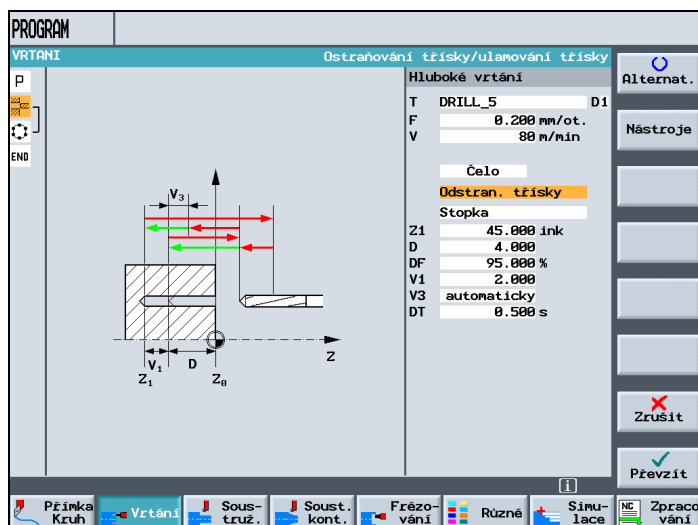
- **Strategie vrtání s přerušením** (ulomení třísky) pracuje tak, že nástroj po ujetí přísuvu (D) se krátce oddálí (V2) a tím dojde k ulomení třísky. Nástroj dále pokračuje přísuvem (D) nebo lze naprogramovat procentuální velikost následujícího přísuvu (DF) až do minimální velikosti (V1). Tento proces se opakuje do zadané hloubky (X1), kterou je možné měřit ke špičce nebo stopce nástroje. Této strategii lze využít

při použití nástroje s vnitřním přívodem řezné kapaliny, která nalámané třísky odnáší z místa řezu.



Obr. 2.31 Vrtání s přerušením


- **Strategie vrtání s výplachem** (odstranění třísky) pracuje podobně jako předchozí strategie s tím rozdílem, že oddálení nástroje je provedeno až před povrch obrobku. Tímto dochází nejenom k ulomení třísky, ale také k její odstranění z místa řezu pomocí řezné kapaliny s vnějším přívodem (výplach). Vzdálenost opětovného najetí rychloposuvem k místu řezu ( $V_3$ ) je možné ponechat na systému (automaticky) nebo pevně zadat. Tato metoda je časově náročnější, lze ji využít při vrtání hlubokých děr nástrojem bez vnitřního přívodu řezné kapaliny z důvodu chlazení nástroje a odstranění třísky z otvoru.




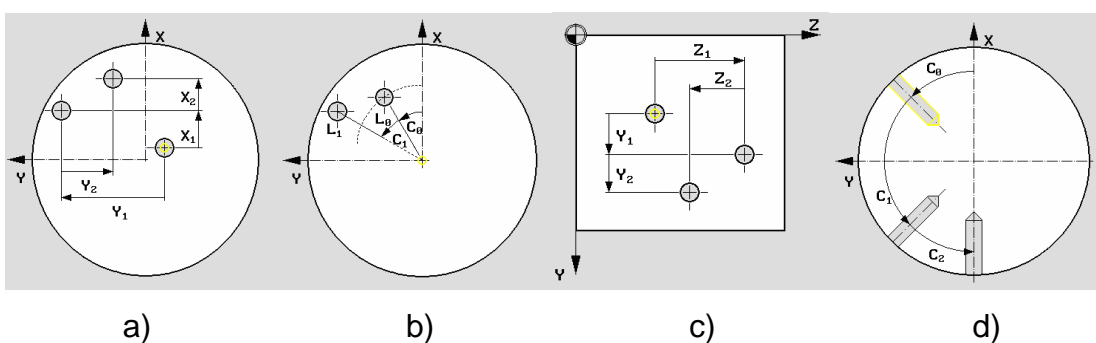
Obr. 2.32 Vrtání s výplachem

Pro úplné definování masky *Vrtání hlubokých děr* se musí definovat kromě geometrických informací ještě nástroj (T), posuv (F) (mm/ot. nebo mm/min), řeznou rychlost (V) (m/min nebo ot./min), orientaci strategie (čelo/plášť) a časovou prodlevu na dně otvoru (DT), která může zlepšit vlastnosti jeho povrchu. Obě tyto strategie je nutné doplnit o definici polohy (pozice), která se řeší v kapitole 2.6.3 *Polohovací vzory*. (13, 15)

### 2.6.3 Polohovací vzory

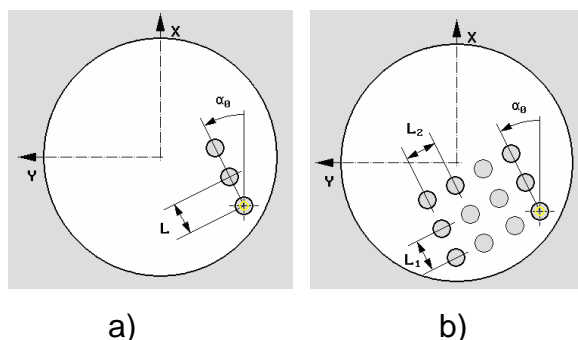
Vrtací operace mimo osu obrobku není určená jenom technologií vrtání, ale je nutné ji doplnit o definování polohy díry nebo děr. K tomu slouží ikona s názvem *Pozice*  umožňující naprogramovat polohu děr v následujících polohovacích vzorech.

- **Volný vzor**  umožňuje naprogramovat polohu vrtaných děr na čele v polárním (obr. 2.33b) nebo v kartézském souřadném systému (obr. 2.33a) a na plášti v cylindrickém (obr. 2.33d) nebo kartézském souřadném systému (obr. 2.33c).

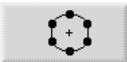


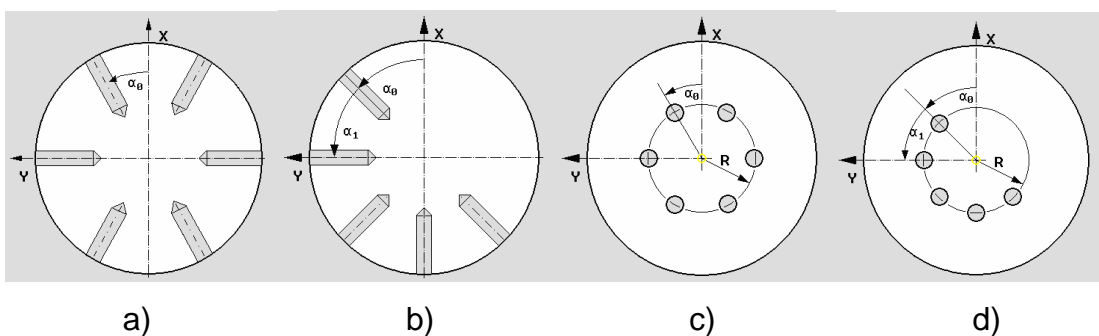
Obr. 33 Polohovací vzor - volný

- Vzorek **přímka / mřížka**  dovoluje naprogramovat polohu děr pouze na čele (obr. 2.34).



Obr. 2.34 Polohovací vzor a – přímka, b – mřížka






- Vzor **kruh / část kruhu**  umožňuje naprogramovat polohu děr na plášti (obr. 2.35a,b) a na čele (obr. 2.35c,d). Poloha roztečné kružnice na čele může být umístěna soustředně nebo výstředně, u které se navíc definuje poloha středu.



Obr. 2.35 Polohovací vzor a,c – kruh, b,d – část kruhu



Pro jednu vrtací operaci lze naprogramovat několik polohovacích vzorů, které jsou umístěny buď jen na čele nebo jen na plášti. Takto spolu související řádky pracovního postupu jsou spolu automaticky zřetězeny. Pokud se řádky nezřetězí je to známka nesouladu orientace vrtací operace a polohovacího vzoru (obr. 2.36). Každý polohovací vzor má své číslo (001, 002, ....), aby bylo možné ho později znovu volat pro jinou vrtací operaci

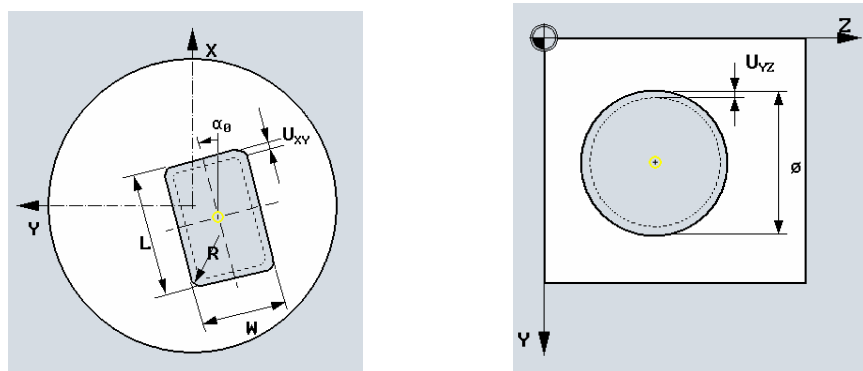
pomocí ikony **Opakování pozice** . (7,11)

P	N5	PLASTPRAVOUHLE	
	N10	Vrtání	T=VRTÁK 5 F0.1/min V80m X1=20ink
	N15	001: Polohy cylind.	X0=50 C0=0 Z0=-10 C1=90 Z1=-10
	N20	002: Polohy cylind.	X0=50 C0=45 Z0=-30
	N25	003: Otv.na část.kr	X0=50 Z0=-30 N2
	N30	004: Mřížka děr	Z0=0 X0=10 Y0=10 N1=3 N2=2
END		Konec programu	N=1

Obr. 2.36 Pracovní postup - nezřetězení



### 2.6.4 Frézování kapsy

Tato funkce se nachází v technologii *Frézování*  pod ikonou *Kapsa* . Pravoúhlou nebo kruhovou kapsou lze vyfrézovat na čele i na plášťové ploše. Čím je definována pravoúhlá a kruhová kapsa je patrné z obrázků (obr. 2.37). Určení polohy jedné kapsy je možné zadáním souřadnic ( $X_0, Y_0, Z_0$ ) středového bodu (Jednotlivá pozice). Pokud stejných kapes je více, lze využít k naprogramování pozic polohovací vzory probírané v kapitole 2.6.3 *Polohovací vzory* (Poziční vzorek).




Obr 2.37 Pravoúhlá a kruhové kapsy

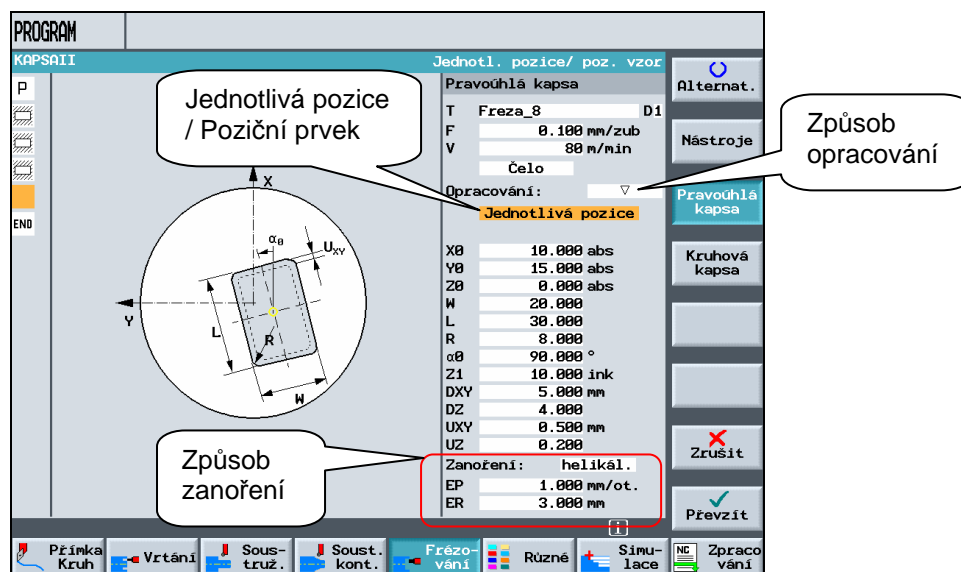
Položka opracování umožňuje zvolit mezi hrubým, jemným nebo jemným frézováním boků a tak naprogramovat pro hrubování a dokončení jiný nástroj (T), posuv (F) (mm/zub nebo mm/min) a řeznou rychlost (V) (m/min nebo ot./min).

- **Hrubé frézování**  slouží k odebrání materiálu v co nejkratším čase. Nástroj se zanoří ve středu kapsy do hloubky, která je určena systémem, ale nepřesáhne axiální hloubku řezu (DZ). Následovně rozjíždí tuto kapsu od středu ven po ekvidistantách tvaru kapsy. Jejich vzdálenost je opět určena systémem, ale nepřesáhne radiální hloubku řezu (DXY). To se opakuje, dokud není odebraný všechen materiál. Tato strategie nechává na bocích (UXY) a na dně (UZ) přídavek na dokončení.
- **Jemné opracování**  má za úkol obrobit kapsu na požadovaný konečný rozměr při požadované kvalitě povrchu. Frézuje pouze přídávky na dokončení, které byly zanechány předchozím hrubováním.



Nástroj k boku kapsy najíždí strojním posuvem po čtvrtkruhu. Po obrobení boku opět po čtvrtkruhu strojním posuvem odjíždí. Dokončení dna probíhá stejným způsobem pohybů nástroje jako hrubování.

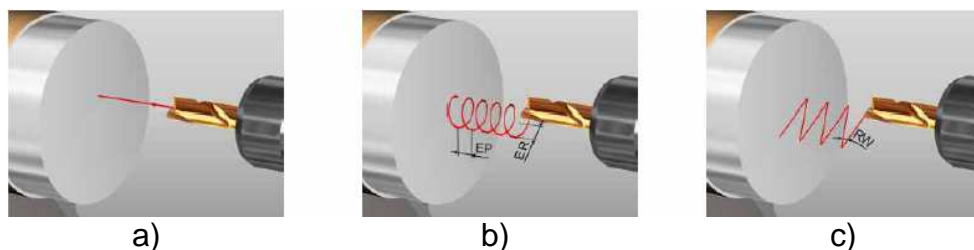
- **Jemné opracování boků**  je podobná strategie jako jemné opracování s tím rozdílem, že vypouští obrobení dna kapsy.



Obr. 2.38 Frézování kapsy

System umožňuje volit si z více druhů zanoření nástroje (obr. 2.39).

- **Zajíždění středem** (Soustřed.) je určeno pro frézovací nástroje, které mají schopnost vrtat (aspoň jeden břít musí dosahovat až k ose nástroje). Definuje se posuv v axiálním směru (FZ) (mm/zub).
- **Zajíždění kyvným pohybem** (Pendl.) je určeno nástrojům, které mají omezenou schopnost vrtat (nemají žádný břít, který dosahuje až k ose, ale mají mezi čelním ostřím a tělesem frézy určitý prostor). Nástroj pendluje radiálním posuvem a axiálně sestupuje po zadaném úhlu (EW) (°).
- **Zajíždění po spirále** (Helikál.) také používá nástroje s omezenou schopností vrtání. Nástroj se pohybuje radiálním posuvem po kružnici o poloměru ER (mm) a zároveň axiálně sestupuje. Rychlost sestupu je určena maximálním stoupáním jednoho závitu (EP) (mm/ot). Výhoda oproti zajíždění kyvným pohybem je, že nemá žádné rychlé změny pohybu. (7,15)

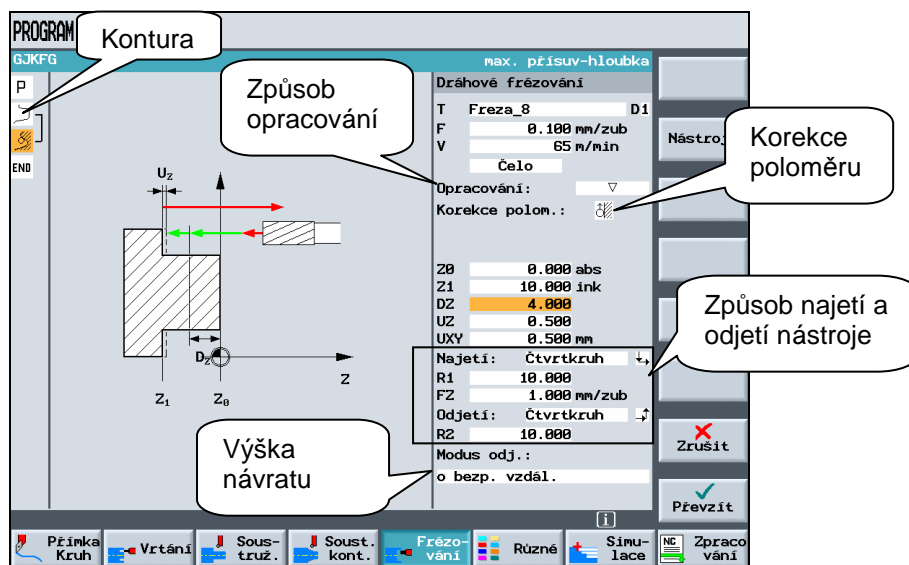


Obr. 2.39 Způsoby zanoření a – středem, b – po spirále, c - pendlování (8)




### 2.6.5 Frézování po dráze

Strategii *Frézování po dráze* lze nalézt v technologii *Frézování* pod ikonou *Konturové frézování*. Je nutné zmínit, že tato strategie musí být doplněna o konturu, která může být uzavřená nebo otevřená. Kontura se definuje ještě před strategií a její tvorba je probrána v kapitole 2.4 *Integrovaný konturový editor*.

Jako v každé strategii je nutné zvolit nástroj (T), posuv (F) (mm/zub nebo mm/min), řeznou rychlost (V) (m/min nebo ot./min) a orientaci strategie (plášť/čelo). Frézovaný prvek je určen polohou vztažného bodu (Z0), hloubkou prvku (Z1) a přídávky na dokončení v axiálním (UZ) a radiálním (UXY) směru. Tyto přídávky zanechané hrubováním jsou odebrány jemným opracováním, které bude prováděno za jiných řezných podmínek, aby kvalita obráběného povrchu byla co nejlepší.

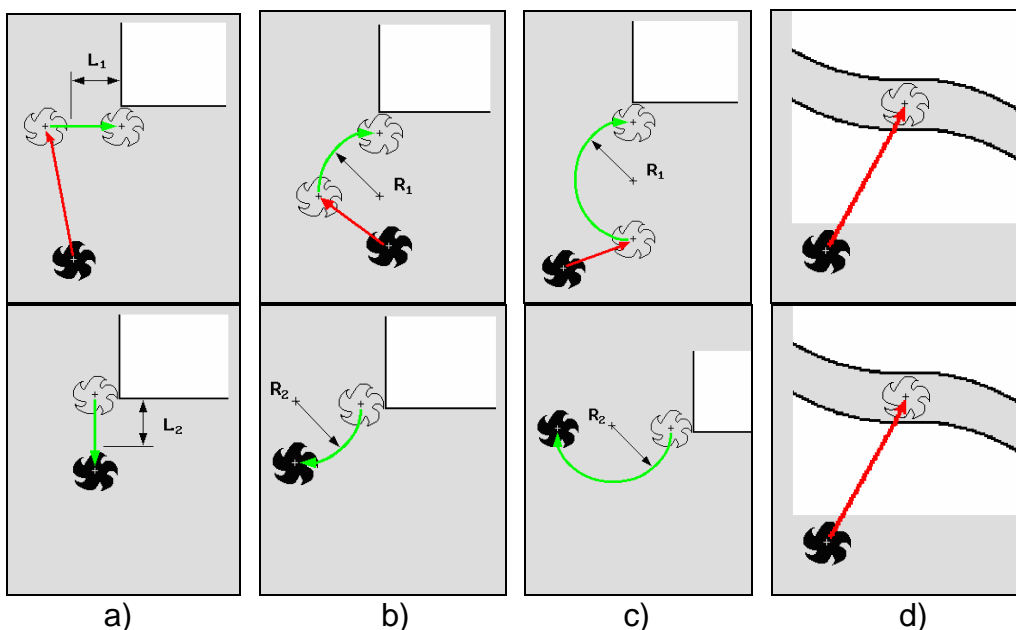


Obr. 2.40 Frézování po dráze

Je také nutné rozhodnout, zda bude kontura (vodící křivka) určovat polohu osy rotace nástroje (korekce poloměru vypnuta ) nebo se jí bude fréza jen tečně dotýkat zprava (korekce poloměru zprava ) nebo zleva (korekce poloměru zleva 

Další funkcí této strategie je způsob najetí a odjetí nástroje. Při dokončovacím obrábění se také hlavně sleduje stav obrobeneho povrchu. Proto je snaha eliminovat stopy po nástroji velice důležitá. A právě možnost plynulého najetí ke kontuře a odjetí od kontury (např. po přímce nebo oblouku) pomáhá eliminovat stopy po nástroji na začátku a konci obráběné kontury.

- **Po přímce** (  $L_1$ , FZ – axiální posuv nástroje) (obr. 2.41a)
- **Po čtvrtkruhu** (  $R_1$ , FZ) (obr. 2.41b)
- **Po půlkruhu** (  $R_1$ , FZ) (obr. 2.41c)
- **Vertikálně** (FZ) (obr. 2.41d)



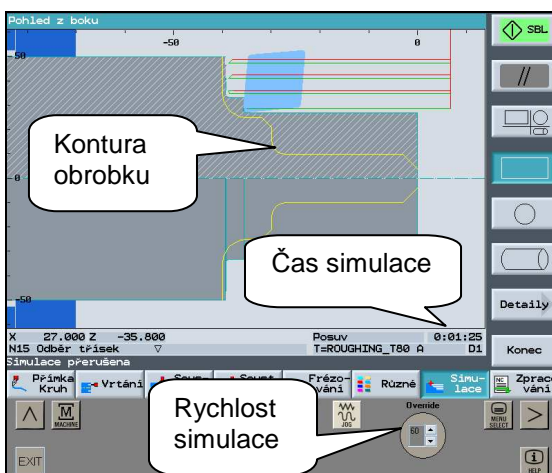
Obr. 2.41 Způsoby najetí a odjetí nástroje

Systém také umožňuje zvolit výšku vyjetí (návratu) nástroje, ve které probíhá přemístění nástroje rychloposuvem před opětovným najetím (Mód oddálení před opětovným přísuvem).

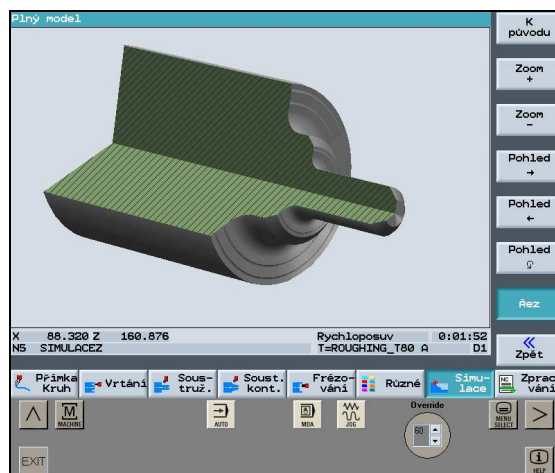
- **Žádný návrat** - Nástroj před přemístováním nevyjíždí do žádné výšky. Je nutné si dát pozor na kolizi nástroje a obrobku.
- **O bezpečnostní vzdálenost** - Nástroj vyjíždí o výšku bezpečnostní vzdálenosti, která se definovala při zakládání programu (kap. 2.2).
- **ZO + bezpečnostní vzdálenost** - Nástroj vždy vyjíždí na rovinu, která je ve výšce bezpečnostní vzdálenosti nad frézovaným prvkem.
- **Návrat na návratovou rovinu** - Nástroj vyjíždí na návratovou rovinu, která se také definovala při zakládání programu (kap. 2.2). (7, 11,12)

## 2.7 Simulace



Grafická simulace, hlavní nástroj pro kontrolu správnosti vytvořeného NC programu před skutečným odebráním třísky. Velkou výhodou je, že při testování programu nelze poškodit stroj ani nástroje a stroj není blokován výrobě. Z hodnoty celkového času simulace (obr. 2.42) lze odhadnout výrobní náklady a optimalizovat výrobní proces z pohledu volby nástroje a řezných podmínek.



Obr. 2.42 Simulace pohled z boku



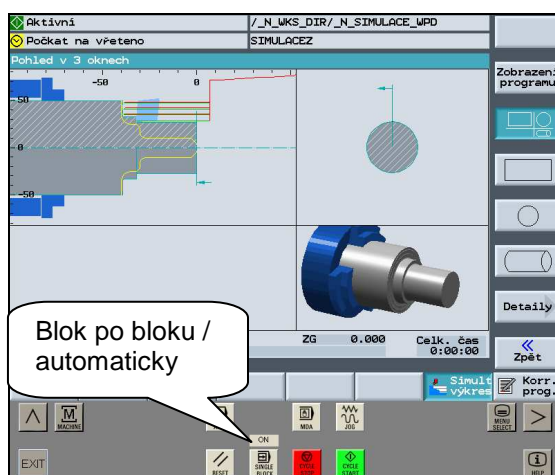
Obr. 2.43 Simulace 3D pohled

Ještě před spuštěním simulace lze kontrolovat navržený tvar součásti (konturu) a velikost a tvar polotovaru (případně tvar kontury polotovaru). V průběhu se vykreslují jednotlivé dráhy řezných nástrojů v různých barvách (červená – rychloposuv, zelená – pracovní posuv). Ikonami v horizontální liště se volí možnost pohledů (zboku , zepředu  a statický 3D pohled

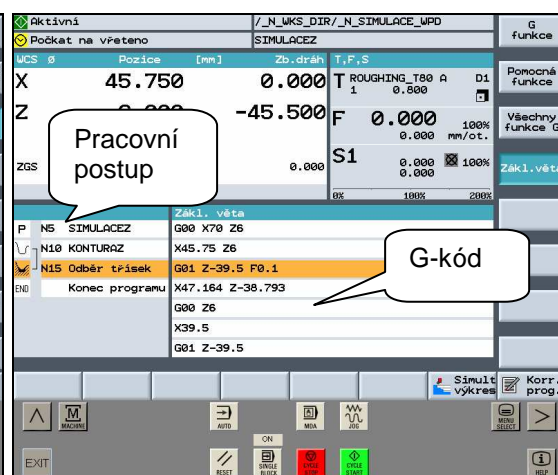


), které lze libovolně zvětšovat, zmenšovat, posouvat a v 3D pohledu lze i vytvářet řez (obr. 2.43).

Velice dobrým nástrojem je simulace programu v režimu blok po bloku nebo v automatickém režimu (obr. 2.44), které lze sledovat v reálném čase nebo si rychlost zvolit (obr. 2.42). Ikona *Základní věta* převede zápis programu z podoby pracovního postupu do podoby G-kódu (obr. 2.45), ve kterém lze číst na jaké souřadnice se bude nástroj pohybovat a jaké funkce budou startovány. (7, 10, 16)



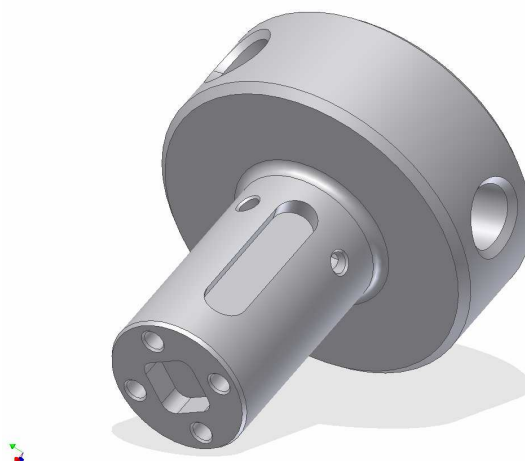
Obr. 2.44 Simulace – 3 pohledy



Obr. 2.45 Simulace – Základní věta

### 3 ZPRACOVÁNÍ TECHNICKÉ DOKUMENTACE

Technická dokumentace je vyhotovená pro zadanou součást (obr. 3.1). Výrobní výkres č. 14 – 3P/1 – 00/01 je uveden v příloze č.1. Materiál obrobku je konstrukční nelegovaná ocel 11 500, která patří do skupiny obrobitelnosti 13b. (17) V technické dokumentaci je zpracován technologický postup, nástrojové vybavení a řezné podmínky pro výrobu zadané součásti.



Obr. 3.1 Zadaná součást

#### 3.1 Nástrojové vybavení

Z důvodu výroby součásti v řádech jednotek (výukový charakter) se volily nástroje s nižší pořizovací cenou, ale také s nižším řezným výkonem. Snaha byla zvolit nástroje od jednoho výrobce, ale málokterá firma poskytuje tak široký sortiment. Proto soustružnické a frézovací nástroje byly zvoleny od firmy Pramet Tools, s.r.o.(příloha č.4), vrtací nástroje od Alpen-Maykestag s.r.o. (příloha č.5) a výhrubník a výstružník od M&V spol.s.r.o (příloha č.6). Volba řezných podmínek je patrná z příloh.

- **Soustružení – hrubování, zarovnání čela** (příloha č.4)

Soustružnický nůž:

Vyměnitelná břitová destička:

Řezné podmínky:

**SCLCL 2020 K 12-M-A**

**CCMT 120412E-48** (6610)

$v_c = 205 \text{ m.min}^{-1}$

$f = 0,4 \text{ (0,2 – 0,7) mm.ot}^{-1}$

$a_p = 6 \text{ (1,2 – 8) mm}$

- **Soustružení – dokončení** (příloha č.4)

Soustružnický nůž:

**SVHCL 1616 H 11**

Vyměnitelná břitová destička: **VCMT 110308E-UM (6615)**  
 Řezné podmínky:  $v_c = 295 \text{ m.min}^{-1}$   
 $f = 0,18 (0,08 - 0,25) \text{ mm.ot}^{-1}$   
 $a_p = 1 (0,8 - 2,8) \text{ mm}$

- **Soustružení – upíchnutí (příloha č.4)**

Držák planžety: **32 – D 2530**  
 Planžeta : **XLCFN 3203 M 3.15**  
 Vyměnitelná břitová destička: **LCMX 030502TN (6640)**  
 Řezné podmínky:  $v_c = 185 \text{ m.min}^{-1}$   
 $f = 0,1 (0,05 - 0,15) \text{ mm.ot}^{-1}$

- **Frézování – drážka (příloha č.4)**

Válcová monolitní fréza VHM: **EM3 100100 – 12 (GEMI)**  
 Řezné podmínky:  $v_c = 100 \text{ m.min}^{-1}$   
 $a_p = 4 \text{ mm}$   
 $f_R = 0,044 \text{ mm/zub}$

Axiální zanoření:  $f_A = 0,0044 \text{ mm/zub (10% posuv)}$

- **Frézování – kapsa (příloha č.4)**

Válcová monolitní fréza VHM: **EM4 6060 – 13 (GEMI)**  
 Řezné podmínky hrubování:  $v_c = 120 \text{ m.min}^{-1}$   
 $a_p = 6 \text{ mm}$   
 $a_e = 1,2 \text{ mm}$   
 $f_R = 0,026 \text{ mm/zub}$

Zanoření po spirále:  $\varnothing \text{ otvoru} = 7.8 \text{ mm}$   
 Stoupání 0,5 - 5° - 75% posuv

Řezné podmínky dokončení:  $v_c = 135 \text{ m.min}^{-1}$   
 $a_p = 4,8 \text{ mm}$   
 $a_e = 0,18 \text{ mm}$   
 $f_R = 0,026 \text{ mm/zub}$

- **Navrtání otvorů, sražení 0,5x45° (příloha č.5)**

Navrtávák: **Navrtávák NC 90° 6.0x30x66 (HSS)**  
 Řezné podmínky:  $v_c = 21,8 \text{ m.min}^{-1}$   
 $n = 1156 \text{ ot.min}^{-1}$   
 $f = 0,08 \text{ mm.ot}^{-1}$

- **Vrtání otvorů Ø 5mm (příloha č.5)**

Vrták: **Vrták D338 broušený 5.0x52x86 (HSS)**  
 Řezné podmínky:  $v_c = 22 \text{ m.min}^{-1}$   
 $n = 1400 \text{ ot.min}^{-1}$   
 $f = 0,07 \text{ mm.ot}^{-1}$

- **Vrtání otvorů Ø14,25 mm (příloha č.5)**

Vrták: **Vrták D338 broušený 14,25x114x169(HSS)**  
 Řezné podmínky:  $v_c = 20,2 \text{ m.min}^{-1}$   
 $n = 451 \text{ ot.min}^{-1}$   
 $f = 0,17 \text{ mm.ot}^{-1}$

- **Sražení hran 2x45°** (příloha č.5)

Záhlučník:

**Záhlučník D335 90° 20,5** (HSSE)

Řezné podmínky:

$$v_c = 18,7 \text{ m.min}^{-1}$$

$$n = 313 \text{ ot.min}^{-1}$$

$$f = 0,41 \text{ mm.ot}^{-1}$$

- **Vyhrubování** (příloha č.6)

Výhručník: **Výhručník šroubovitý tříbřitý 221480 14,7**(HSS)

Řezné podmínky:

$$v_c = 20 \text{ m.min}^{-1}$$

$$n = 431 \text{ ot.min}^{-1}$$

$$f = 0,36 \text{ mm.ot}^{-1}$$

- **Vystružování Ø15H8** (příloha č.6)

**Výstružník strojní s válč. stopkou 221430 15H8** (HSS)

Řezné podmínky

$$v_c = 5,9 \text{ m.min}^{-1}$$

$$n = 125 \text{ ot.min}^{-1}$$

$$f = 0,5 \text{ mm.ot}^{-1}$$

Všechny nástroje jsou přehledně uspořádány v tabulce *Nástrojové vybavení* v příloze č.2.

### 3.2 Technologický postup

Jako polotovar je volen přířez z kruhové tyče tažené za studena z důvodu předpokládaného výrobního množství v řádech jednotek (výukový charakter součásti) a shody maximálního průměru součásti s vyráběným průměrem polotovaru. Povrch tyče je hladký, lesklý, bez nekovových vměstků a okují, a výrobní tolerance polotovaru h11 uspokojuje výrobní toleranci součásti  $\pm 0,3 \text{ mm}$ , proto se průměr 80 mm nebude muset obrábět. Tím se dosáhne úspory času a materiálu. (17)

Délka polotovaru vychází z délky součásti, ke které se připočítá přídavek na zarovnání jednoho čela, protože se součást bude upichovat na konečný rozměr. Aby se zabránilo vzniku zbytkového výstupku po upíchnutí, využije se přidržení součásti protivřetenem. Z důvodu přesnosti metody dělení přídavek 2 mm postačuje.

$$L_{POL} = L_{MAX} + P_{ZČ} \quad (3.1)$$

$$L_{POL} = 88 + 2 \quad (3.2)$$

$$L_{POL} = 90 \text{ mm} \quad (3.3)$$

**KR 80h11 – 90 ČSN 426510 - 11 500** (17)



Na průměru 35k7 je předepsaná drsnost povrchu  $Ra$  1,6  $\mu\text{m}$ . Je nutné snížit posuv, abychom této drsnosti dosáhli při zaoblení špičky  $r_\epsilon = 0,8$  mm. Posuv je počítán podle vzorce 3.4. Z důvodu rezervy je posuv snížen na 0,12 mm.ot<sup>-1</sup>.

$$Ra = \frac{43,9 \cdot f^{1,88}}{r_\epsilon^{0,97}} \Rightarrow f_{MAX} = \sqrt[1,88]{\frac{Ra \cdot r_\epsilon^{0,97}}{43,9}} \quad (18) \quad (3.4)$$

$$f_{MAX} = \sqrt[1,88]{\frac{1,6 \cdot 0,8^{0,97}}{43,9}} \quad (3.5)$$

$$f_{MAX} = 0,15 \text{ mm.ot}^{-1} \Rightarrow \underline{f = 0,12 \text{ mm.ot}^{-1}} \quad (3.6)$$

Průměr 15H8 nelze dosáhnout vrtáním. Pro zhotovení otvoru je nutné tuto díru vyvrtat na průměr 14,25 mm, vyhrubovat na 14,75 mm a nakonec vystružit na konečný rozměr Ø15H8. (17)

Zjednodušený technologický postup:

- Zarovnat čelo
- Soustružit (hrubovat) konturu
- Soustružit (dokončit) konturu
- Navrtat 4x Ø5 mm, srazit hranu 0,5x45° na čele
- Vrtat 4x Ø5 mm do hloubky 50 mm na čele
- Navrtat 4x Ø5 mm, 3x Ø15H8, srazit hranu 0,5x45° a plášťové ploše
- Vrtat 4x Ø5 mm do hloubky 8,5 mm na plášťové ploše
- Vrtat 3x Ø14,25 mm do hloubky 25 mm
- Srazit hranu 2x45° na Ø15H8
- Vyhrubovat 3x Ø14,75 mm do hloubky 22 mm
- Vystružovat 3x Ø15H8 do hloubky 22 mm
- Frézovat drážku pro pero 10P9x8x40
- Frézovat (hrubovat) kapsu 14x14x6
- Frézovat boky (dokončení) kapsy 14x14x6
- Srazit hranu 2x45°, upíchnout na délku 88 mm

Celý technologický postup je v příloze č.3.

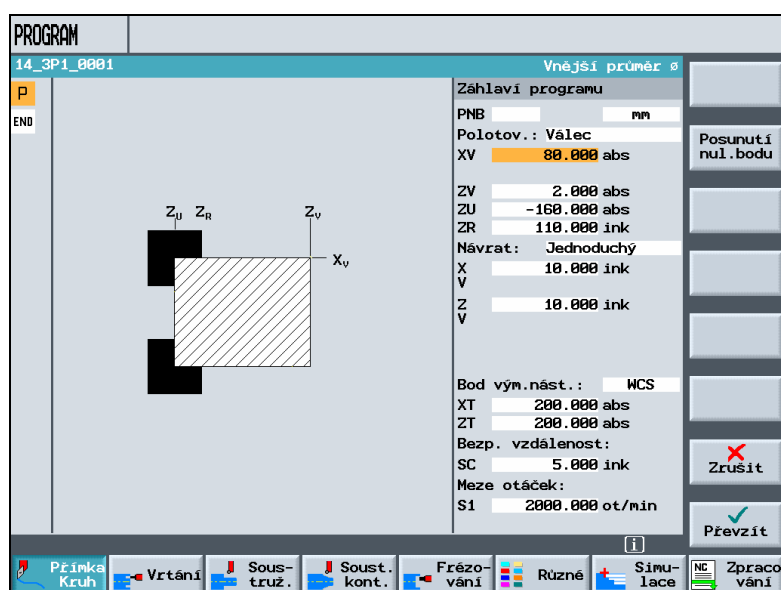
## 4 ZPRACOVÁNÍ NC PROGRAMU

V této kapitole je zpracován program pro zadanou součást (obr. 3.1), výrobní výkres č. 14 – 3P/1 – 00/01 (příloha č.1). Celý program je uveden v příloze č.7.

### 4.1 Založení nového programu a definice polotovaru

Kapitola 2.2 *Založení nového programu* vysvětluje způsob založení programu.

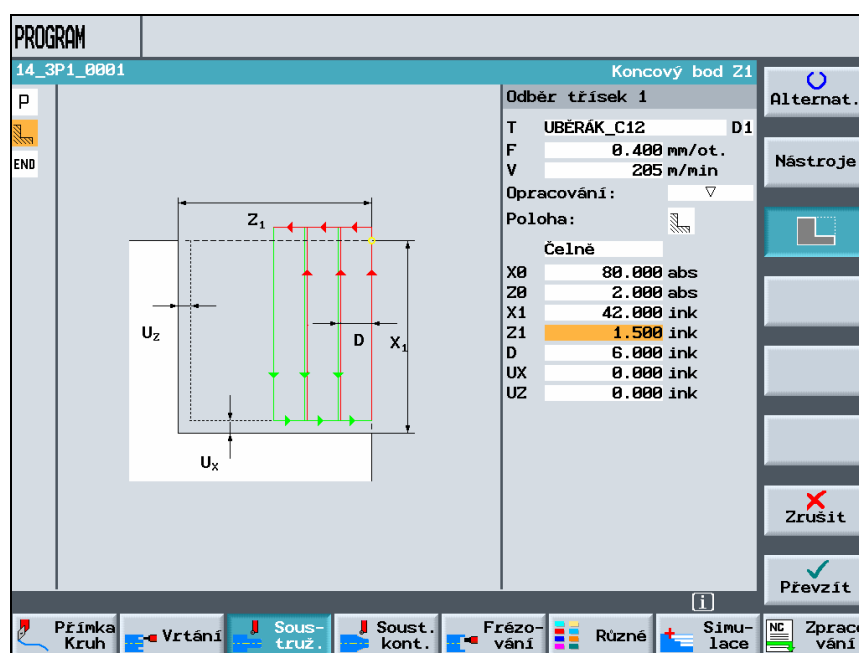
- Polotovaz: válec Ø 80 mm, přídavek na zarovnání čela 2 mm.
- Vzdálenost návratových rovin: 10 mm, bezpečnostní vzdálenost: 5mm.
- Výměna nástroje: souřadnice X = 200 a Z = 200 v souřadném systému obrobku.
- Mezní otáčky: 2000 ot.min<sup>-1</sup> (podle konstrukce stroje).



Obr. 4.1 Založení programu

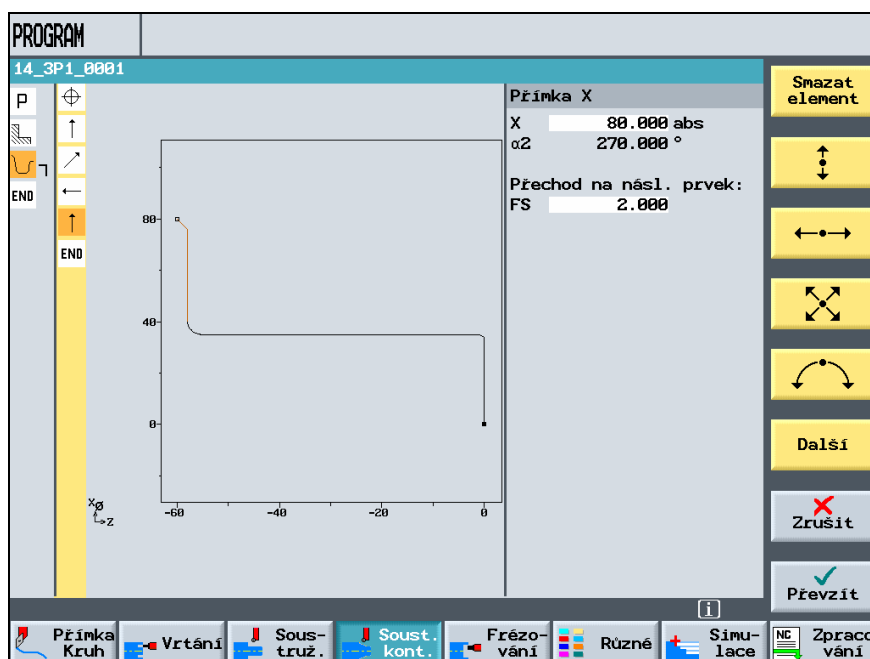
### 4.2 Zarovnání čela

Pro zarovnání čela je použit nástroj pro hrubování. Byl vybrán tak, aby umožňoval podélné i příčné soustružení. Zarovnání využívá strategii *Odběr třísek* (obr. 4.2). Parametry v masce jsou tak nastaveny, aby byl ponechán přídavek na dokončení na čele 0,5 mm a aby soustružnický nůž zajel 2 mm za osu obrobku.

Obr. 4.2 Funkce *Odběr třísek* – zarovnání čela

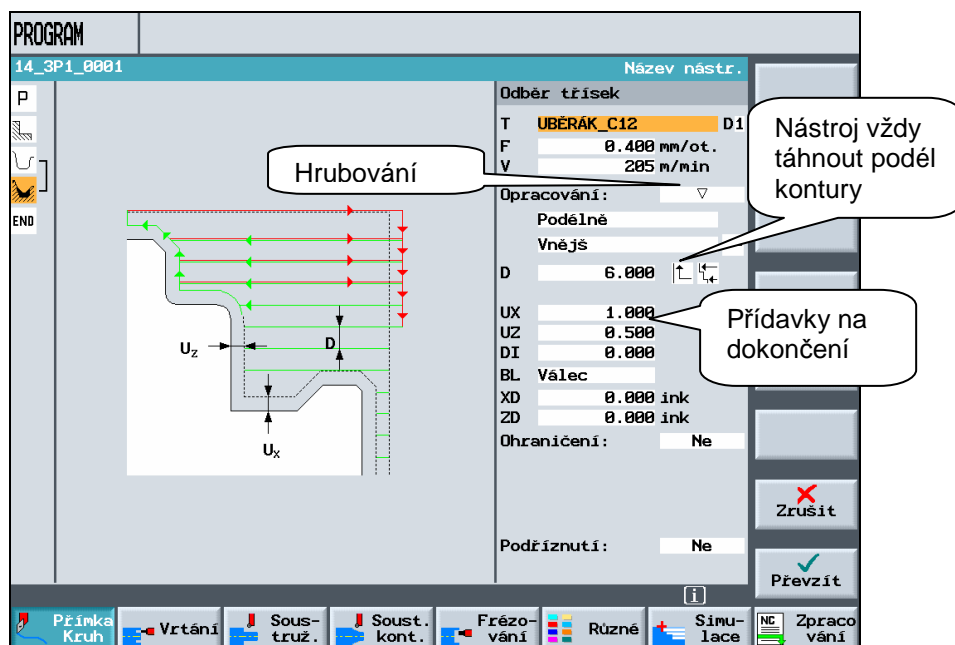
### 4.3 Konturové soustružení – hrubování

Z důvodu soustružení pouze jednoho průměru, by mohla být využita funkce *Odběr třísek*. Tato funkce ale neposkytuje sražení hran pod úhlem 30°, proto je nutné použít konturové soustružení pro hrubovací a dokončovací soustružení. Tvorba kontury (obr. 4.3) je probrána v kapitole 2.4 *Integrovaný konturový editor*.



Obr. 4.3 Tvorba kontury součásti

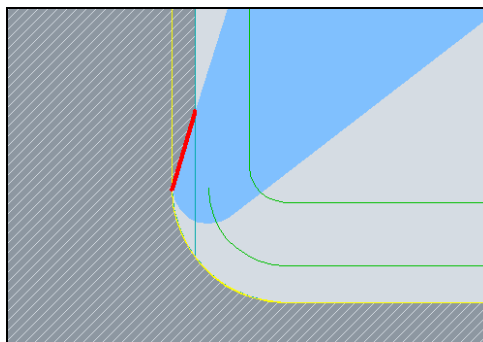
Při hrubování vznikají na čelních plochách nerovnosti způsobené úhlem nastavení hlavního ostří, které mohou přetěžovat nebo poškodit dokončovací nástroj. Nastavením, aby nástroje vždy táhnul podél kontury, lze tomuto předejít (obr. 4.4).



Obr. 4.4 Definice konturového soustružení - hrubování

#### 4.4 Konturové soustružení - dokončení

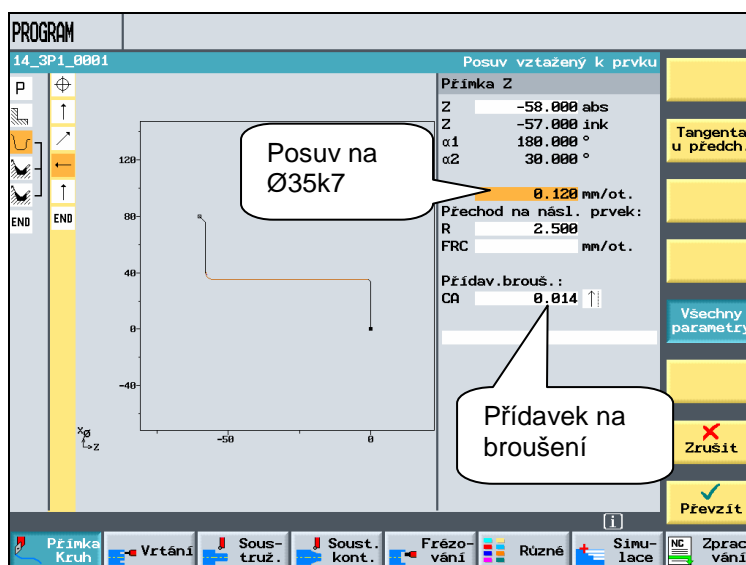
Dokončovací strategie objede celou konturu a odebere všechny přídavky na dokončení, které byly nastaveny při hrubování (obr. 4.4). Tyto přídavky byly nastaveny na 1 mm na válcových plochách a 0,5 mm na čelních plochách. Na čelních plochách byl přídavek snížen o 50 %, aby nedocházelo k přetěžování nástroje. Toto přetěžování vzniká v důsledku zvětšující se délky aktivního ostří, která je funkcí úhlu nastavení hlavního ostří (obr. 4.5).



Obr. 4.5 Délka aktivního ostří

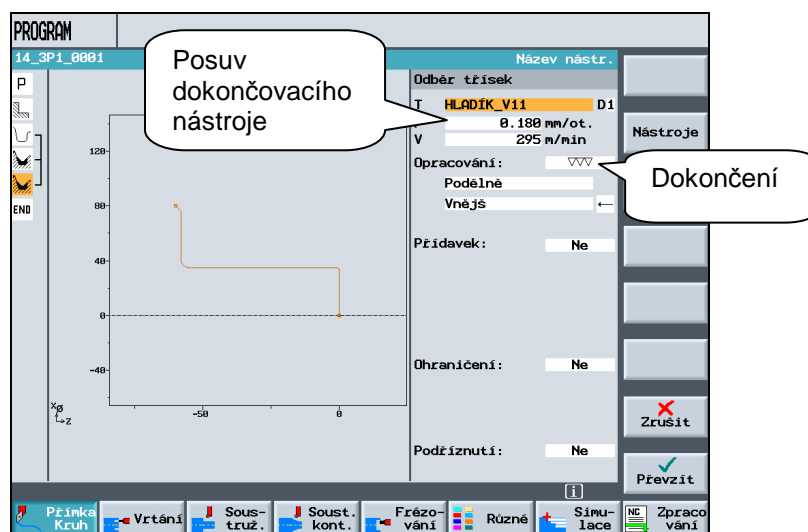
Soustružení rozměru  $\varnothing 35k7 \begin{pmatrix} 35,027 \\ 35,002 \end{pmatrix}$  lze uskutečnit dvěma způsoby:

- Naprogramovat konturu na přesný rozměr  $\varnothing 35,0145$  mm, ale díky tomu se budou muset pracně přepočítat některé body kontury.
- Naprogramovat konturu na rozměr  $\varnothing 35$  mm a rozměr  $0,0145$  mm zadat jako přídavek na broušení. (obr. 4.6).



Obr. 4.6 Definice přídavku na broušení a posuvu na  $\varnothing 35k7$

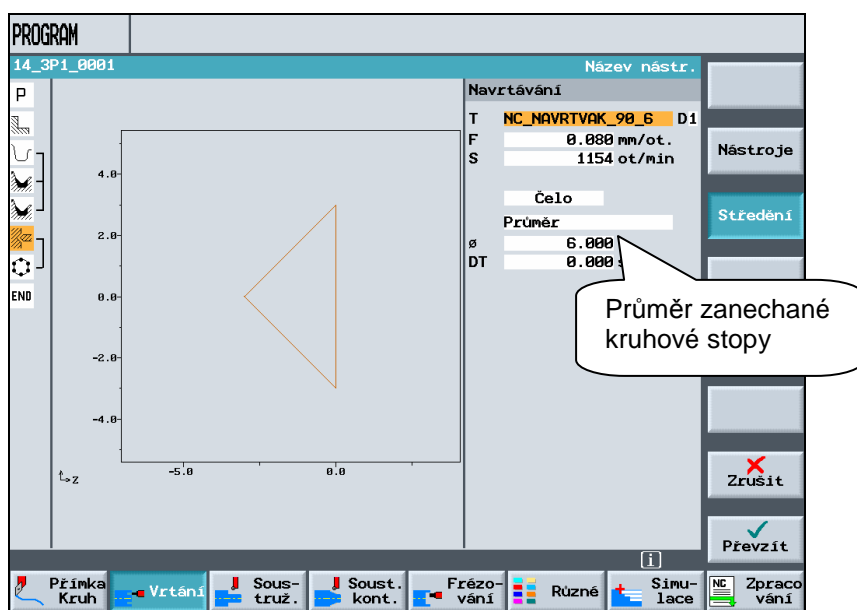
V kapitole 3.2 *Technologický postup* byl vypočítán posuv ( $f = 0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$ ) nástroje pro dosažení drsnosti  $Ra 1,6 \mu\text{m}$ . Systém umožňuje naprogramovat v konturovém editoru posuv vztažený pouze k jednomu prvku kontury, aby celá kontura nebyla zbytečně soustružena posuvem  $0,12 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1}$  (obr. 4.6).



Obr. 4.7 Definice konturového soustružení – dokončení

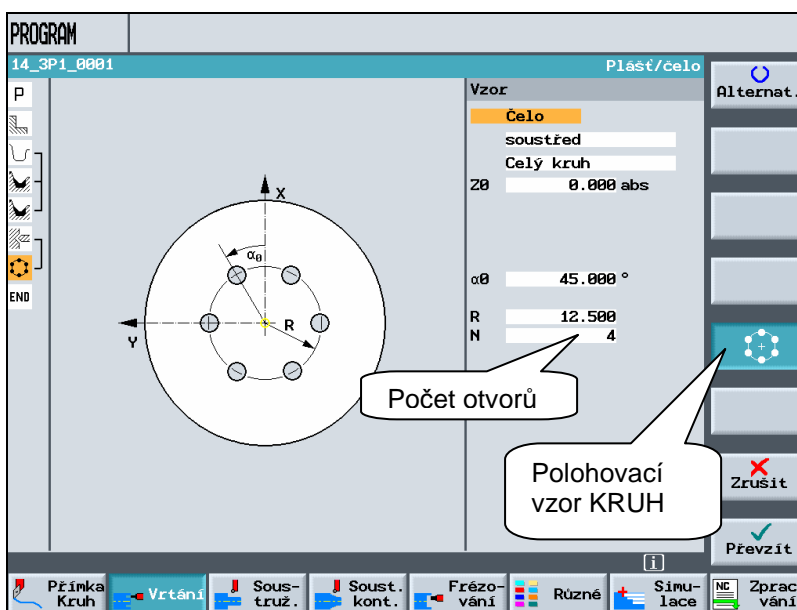
#### 4.5 Navrtání otvoru Ø5 mm a sražení 0,5x45°

Navrtání otvoru a sražení 0,5x45° bude probíhat v jedné operaci. Využije se strategie *Navrtání* (kapitola 2.6.1 *Základní strategie vrtání*), která poskytuje možnost zadat průměr zanechané kruhové stopy (obr. 4.8). Tím odpadne výpočet hloubky zanoření.



Obr. 4.8 Definice navrtání

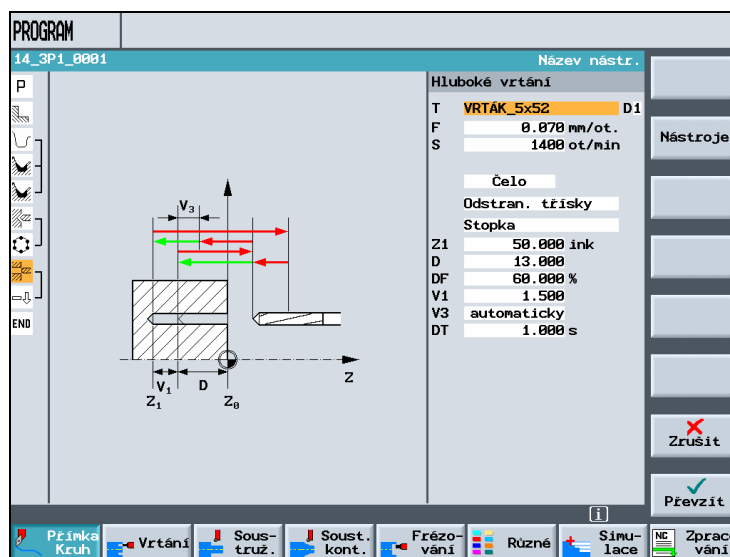
Technologii navrtávání je nutné doplnit o definici polohy otvorů (obr. 4.9) (kapitole 2.6.3 *Polohovací vzory*). Pro čtyři otvory ležící na celém soustředném kruhu o poloměru 12,5 mm se využije polohovací vzor *Kruh* (vzor č. 001).



Obr. 4.9 Polohovací vzor kruh - 001

#### 4.6 Vrtání otvorů Ø5 mm délky 50 mm

Z důvodu délky díry (10D) a použití vrtáku bez vnitřního přívodu řezné kapaliny je nutné využít pro vrtání hlubokých děr vrtací strategii s výplachem (kapitola 2.6.2 *Vrtání hlubokých děr*). Strategie je nastavena tak, aby první hloubka byla 13 mm a každá další 60 % z předchozí až na minimální hloubku 1,5 mm (obr. 4.10).



Obr. 4.10 Definice strategie vrtání hlubokých děr – vrtání s výplachem

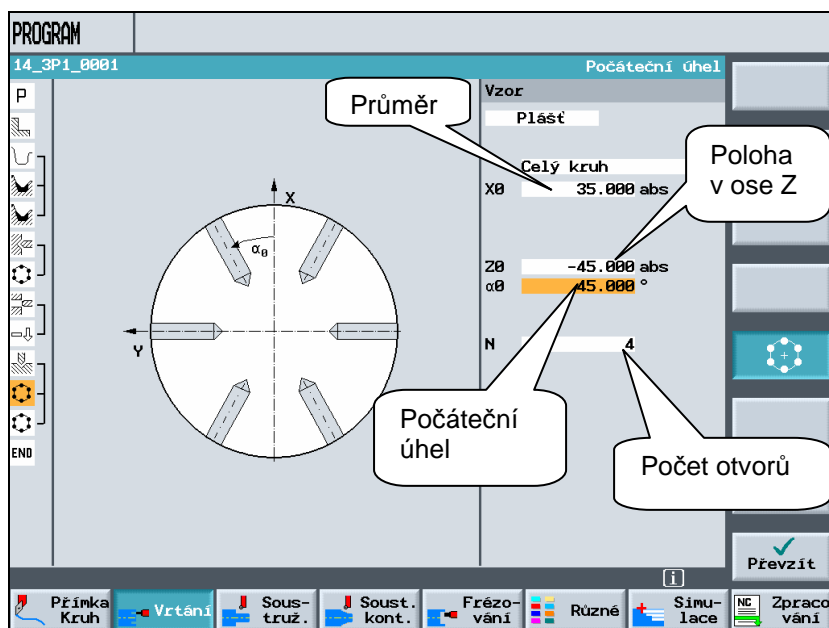
Pro určení polohy děr se využije už nadefinovaný polohovací vzor 001. Funkce *Opakování pozic* přiřadí strategii požadovaný polohovací vzor.

#### 4.7 Navrtání otvoru Ø5 mm, Ø15H8 a sražení 0,5x45°

Navrtání otvorů Ø5 mm, Ø15H8 a sražení 0,5x45° (Ø5 mm) na plášťové ploše se provede v jedné operaci, aby se ušetřil čas. Využije se stejná strategie, stejný nástroje a stejné parametry jako pro navrtání otvorů na čele (obr. 4.8). Pouze se bude lišit orientace strategie.

Polohovací vzor *Kruh* (002) popisuje polohu čtyř děr na průměru 35k7 s polohou  $z = -45$  mm a s počátečním úhlem 45° (obr. 4.11).

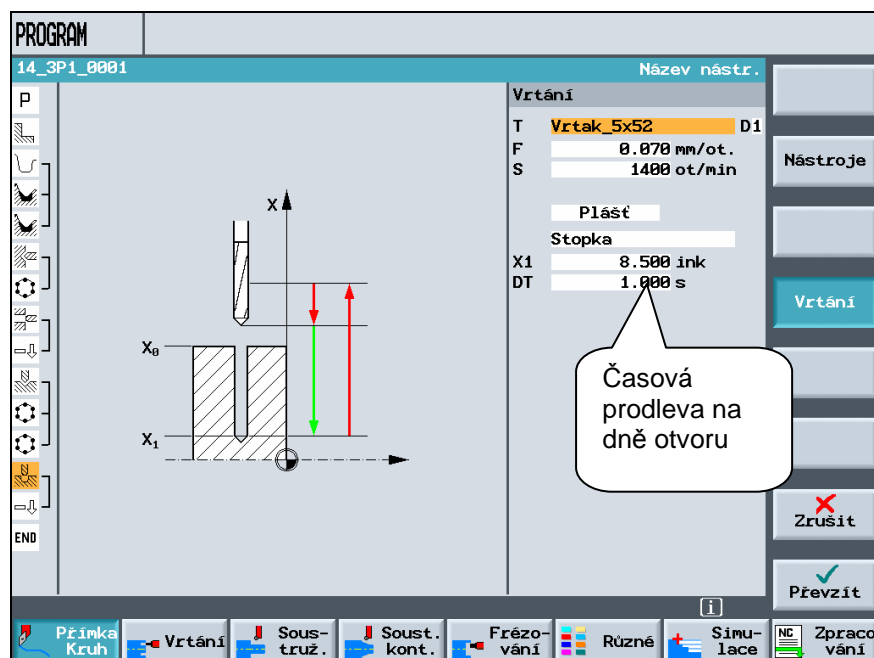
Polohovací vzor *Kruh* (003) popisuje polohu tří děr na průměru 80 mm s polohou  $z = -73$  mm a s počátečním úhlem 60°.



Obr. 4.11 Polohovací vzor kruh - 002

#### 4.8 Vrtání otvorů Ø5 mm délky 8,5 mm

Pro tuto operaci je využita strategie *Vrtání krátkých děr* (kapitola 2.6.1 *Základní strategie vrtání*). Vrtání probíhá na plášti do hloubky 8,5 mm, která je měřená ke stopce vrtáku (obr. 4.12).



Obr. 4.12 Definice strategie vrtání krátkých děr

Pro určení polohy děr se využije už nadefinovaný polohovací vzor 002.



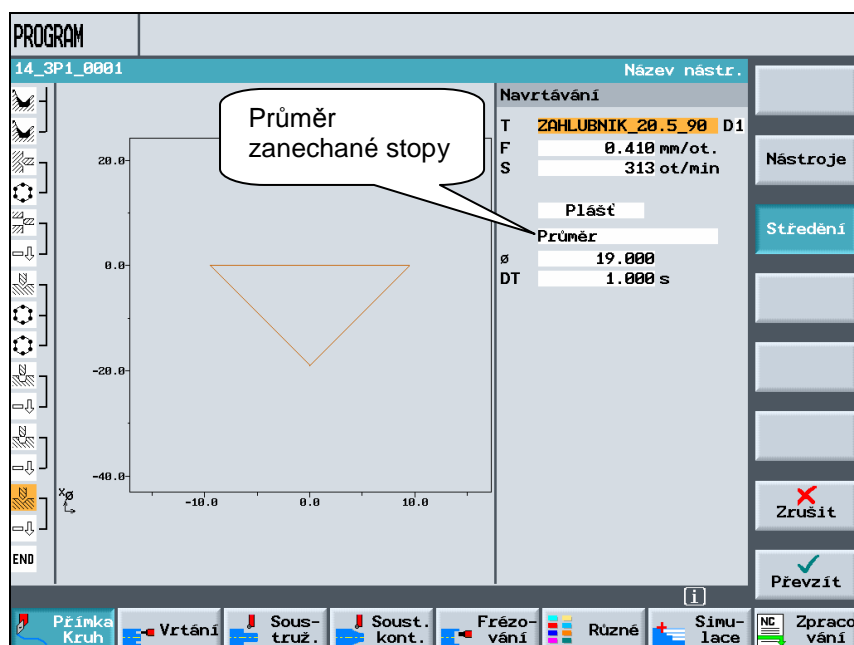
#### 4.9 Vrtání otvorů Ø14,25 mm délky 25 mm

Pro vyvrtání těchto otvorů se využije stejná strategie jako v předchozí kapitole (*Vrtání krátkých otvorů*), pouze se budou lišit vstupní parametry. Nástroj: vrták Ø14,25 mm. Otáčky: 451 ot.min<sup>-1</sup>. Posuv: 0,17 mm.ot<sup>-1</sup>. Hloubka vrtání: 25 mm.

Pro určení polohy děr se využije už nadefinovaný polohovací vzor 003.

#### 4.10 Sražení 2x45°

Systém nemá strategii pro zahlubování, ale lze využít strategii *Navrtání*, ve které se nastaví průměr zanechané stopy na 19 mm (obr.4.13). Je nutné si uvědomit, že záhlubník je možné použít pouze do předvrtané díry.

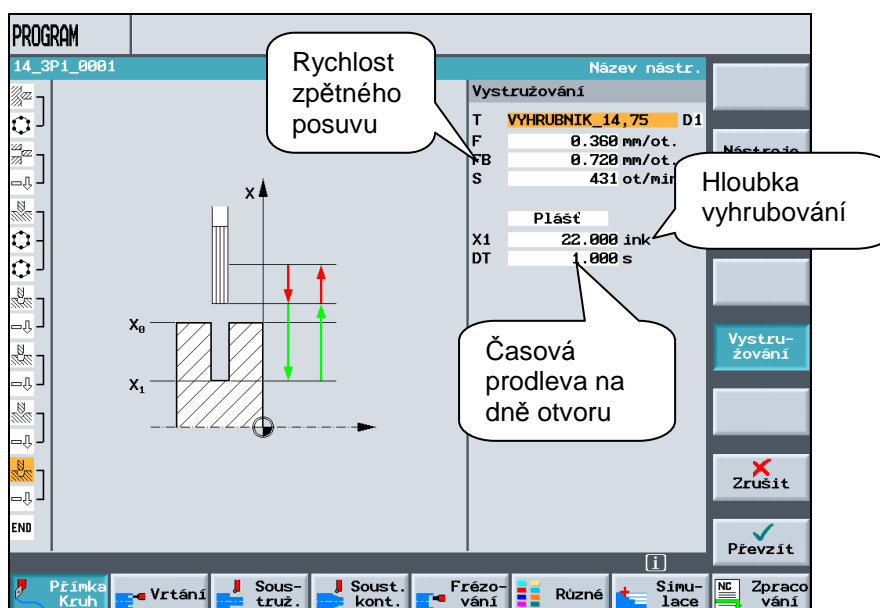


Obr. 4.13 Definice strategie navrtání - zahlubování

Pro určení polohy děr se využije už nadefinovaný polohovací vzor 003.

#### 4.11 Vyhrubování Ø14,75 mm

Při vyhrubování a vystružování nelze použít strategii *Vrtání krátkých děr*, protože vyjetí nástroje z díry rychloposuvem by mohlo poškodit její povrch. Systém poskytuje strategii pro vystružování a vyhrubování (kapitola 2.6.1 *Základní strategie vrtání*), ve které se dá rychlost vyjetí nástroje nastavit (obr. 4.14).



Obr. 4.14 Definice strategie vystružování - vyhrubování

Pro určení polohy děr se využije už nadefinovaný polohovací vzor 003.

#### 4.12 Vystružování Ø15H8

Pro vystružení otvorů Ø15H8 se využije stejná strategie jako v předchozí kapitole (*Vystružování*), pouze se budou lišit vstupní parametry. Nástroj: výstružník 15H8. Otáčky:  $125 \text{ ot.min}^{-1}$ . Posuv:  $0,5 \text{ mm.ot}^{-1}$ . Zpětný posuv:  $1 \text{ mm.ot}^{-1}$ . Hloubka vystružování: 22 mm.

Pro určení polohy děr se využije už nadefinovaný polohovací vzor 003.

#### 4.13 Frézování drážky 10P9x8x40

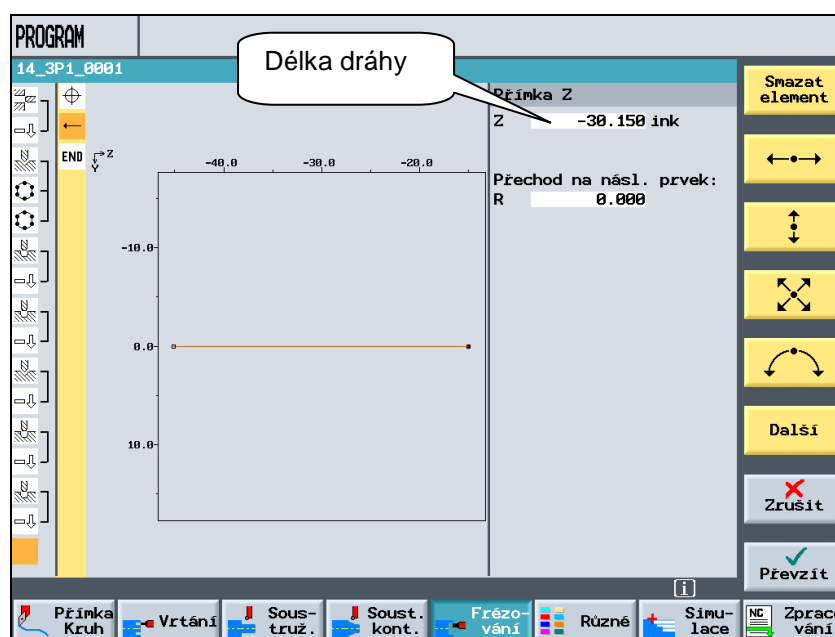
Pro zhotovení drážky byla vybrána fréza Ø10e8, která zajistí výrobu drážky o šířce 10P9. Už je jen potřeba zajistit pohyb nástroje po přímce. K tomu se využije strategie *Frézování po dráze* (kapitola 2.6.5 *Frézování po dráze*) bez korekce poloměru nástroje.

V konturovém editoru se nadefinuje dráha o délce 30,15 mm (obr.4.15), aby drážka byla vyrobena v toleranci  $40^{+0,3}_{-0}$ .

$$L_{\text{DRAHY}} = \frac{HMR_{\text{DRAZKY}} + DMR_{\text{DRAZKY}}}{2} - D_{\text{FREZY}} \quad (4.1)$$

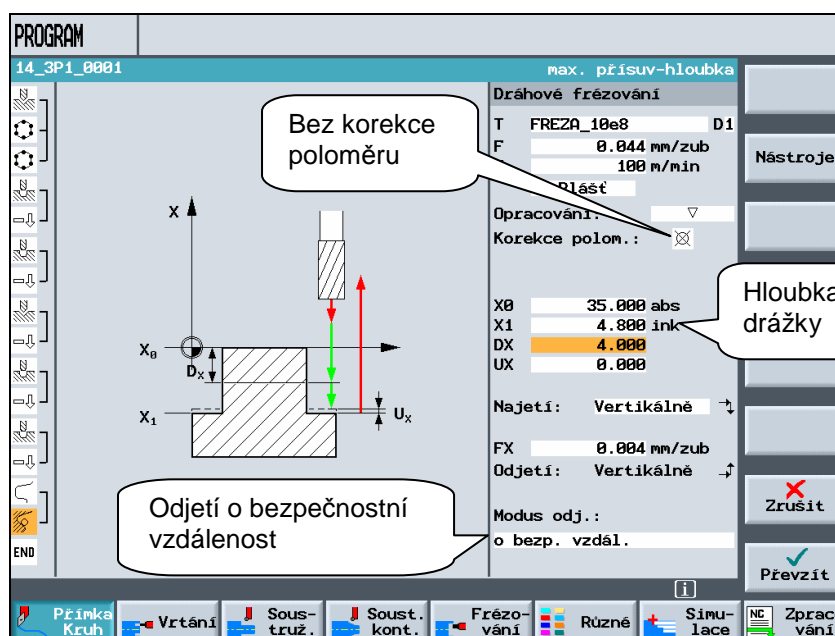
$$L_{\text{DRAHY}} = \frac{40,3 + 40}{2} - 10 \quad (4.2)$$

$$L_{\text{DRAHY}} = 30,15 \text{ mm} \quad (4.3)$$



Obr. 4.15 Definice dráhy

Hloubka drážky má být vyrobena v toleranci  $4,7^{+0,2}_{-0}$ . Do masky bude zadána hloubka 4,8 mm (obr. 4.16). Vybraná fréza má schopnost vrtat, proto bude najíždět vertikálně. Výrobce doporučuje při vertikálním zajištění posuv snížit na 10 % ( $0,0044 \text{ mm.zub}^{-1}$ ) (příloha č.4).

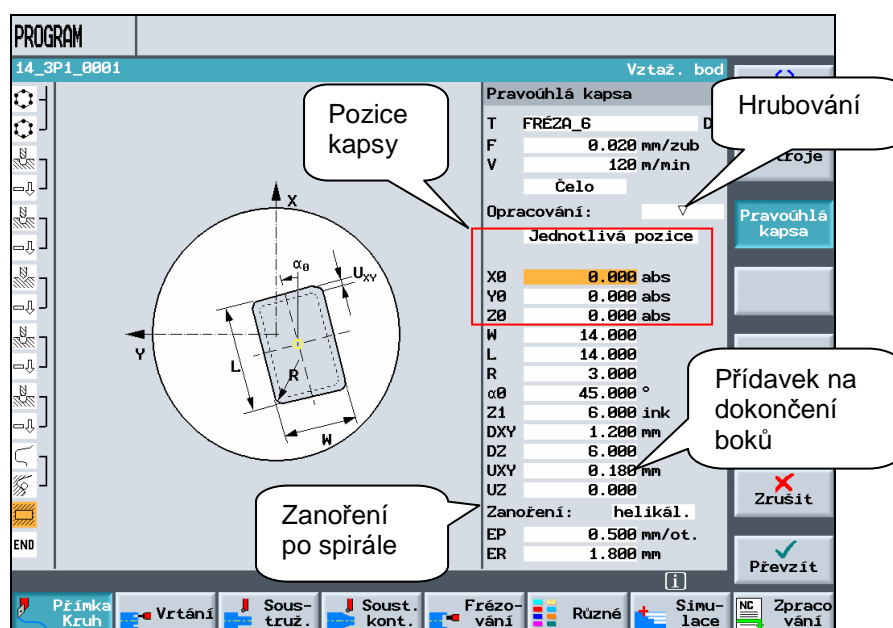


Obr. 4.16 Definice strategie frézování po dráze

#### 4.14 Frézování kapsy 14x14x6 – hrubování

Pro vyfrézování kapsy 14x14X6 se využije strategie *Kapsa* (kapitola 2.6.4 *Frézování kapsy*).

Operace používá nástroj s částečnou schopností vrtání. Proto nástroj bude do materiálu zajíždět po spirále o průměru 1,8 mm a stoupání 0,5 mm se sníženým posuvem na 75 % (příloha č.4). Strategie *Kapsa* nenabízí možnost naprogramovat posuv zvlášť pro zajíždění a hrubování. Proto se bude muset celá kapsa hrubovat se sníženým posuvem ( $0,02 \text{ mm} \cdot \text{zub}^{-1}$ ).



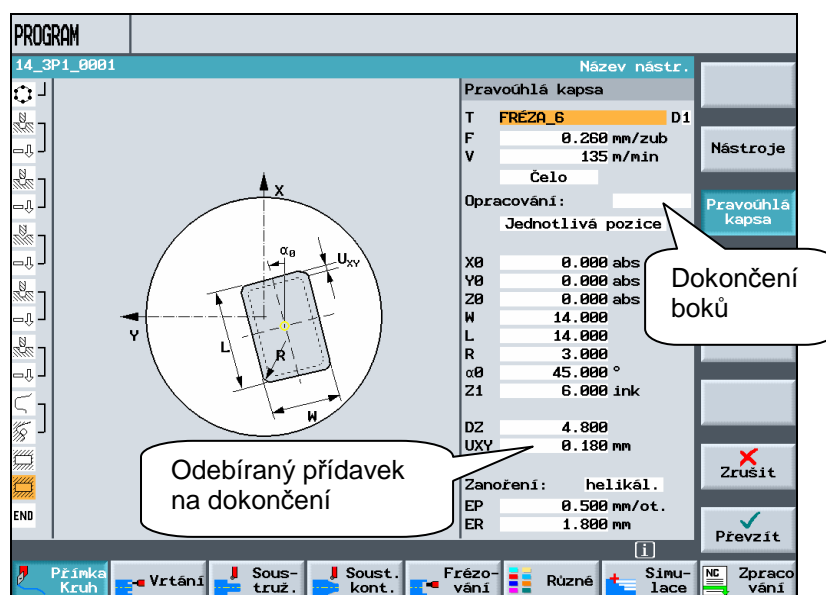
Obr. 4.17 Definice strategie kapsa – hrubování

Z důvodu frézování pouze jedné kapsy, bude její pozice určena souřadnicemi ( $X0 = 0$ ,  $Y0 = 0$ ,  $Z0 = 0$ ). Přídavek na dokončení boků 0,18 mm je dán radiální hloubkou řezu dokončovacího nástroje.

#### 4.15 Frézování boků kapsy 14x14x6 – dokončení

Pro dokončení boků kapsy 14x14X6 se využije strategie *Kapsa* (kapitola 2.6.4 *Frézování kapsy*), která odebere pouze přídavky na dokončení (0,18 mm) zanechané hrubovací strategií.

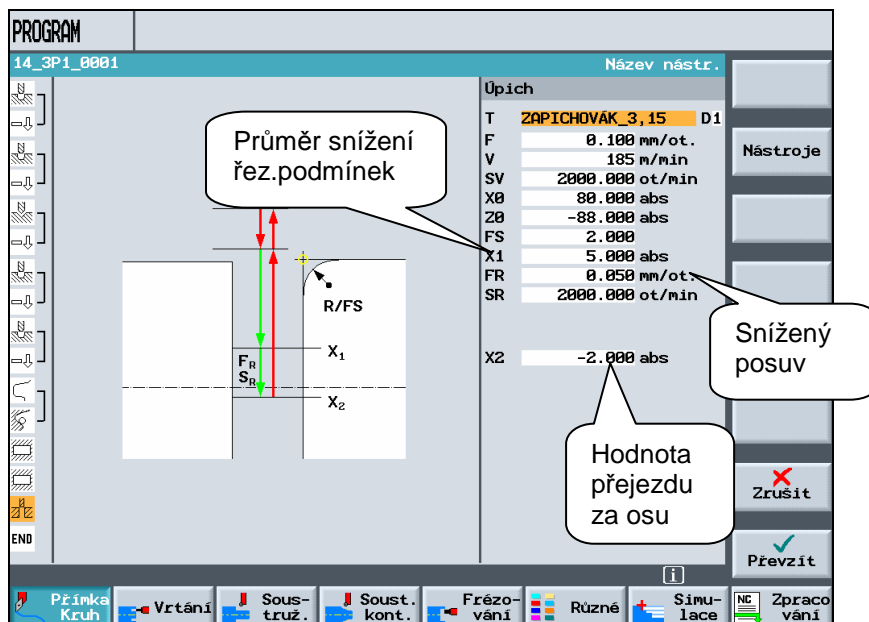
Je použit stejný nástroj jako pro hrubování s rozdílnými řeznými podmínkami.



Obr. 4.18 Definice strategie kapsa – dokončení boků

#### 4.16 Sražení 2x45°, upíchnutí

Strategie *Úpich* v sobě integruje funkci sražení hrany (2x45°) před upíchnutím obrobku (obr. 4.19). Nástroj řeže konstantní řeznou rychlostí (185 m.min<sup>-1</sup>) až do mezních otáček (2000 ot.min<sup>-1</sup>).

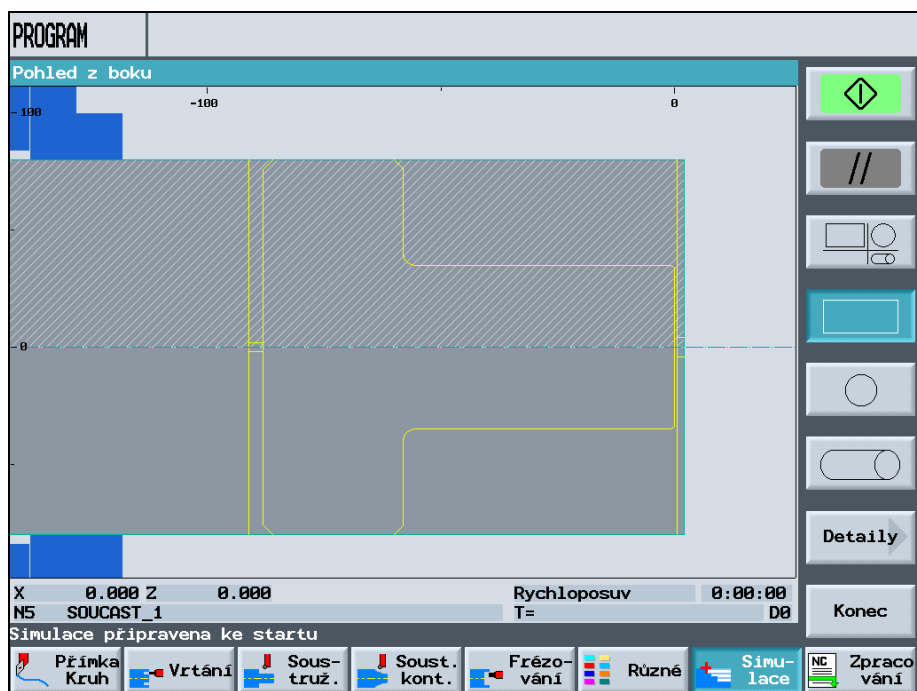


Obr.4.19 Definice strategie úpich

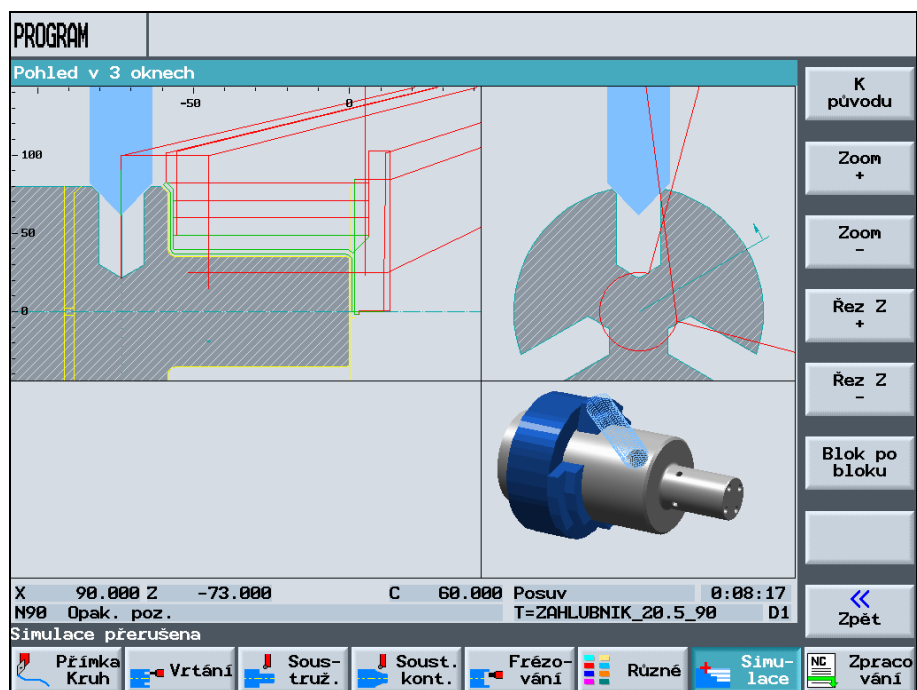
Aby nedošlo k navalení materiálu na destičku a případně k jejímu poškození, je od průměru 5 mm snížen posuv na hodnotu 0,05 mm.ot<sup>-1</sup> (příloha č.4). Pro zajištění odebrání všeho materiálu je nutné, aby nástroj přešel až za osu rotace obrobku (2 mm) (obr. 4.19).

## 5 EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ NC PROGRAMU

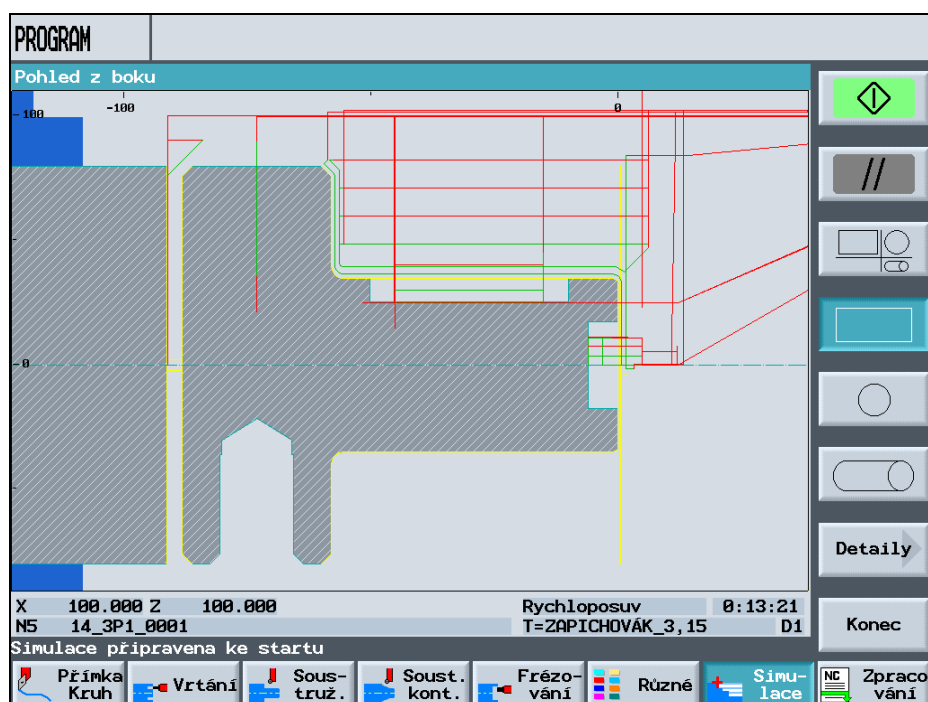
Experimentální ověření vytvořeného programu se provádí v režimu *Simulace*, který je probrán v kapitole 2.7 *Simulace*. Ještě před začátkem simulace je možné zkontrolovat správnost definice polotovaru a kontury (obr.5.1).



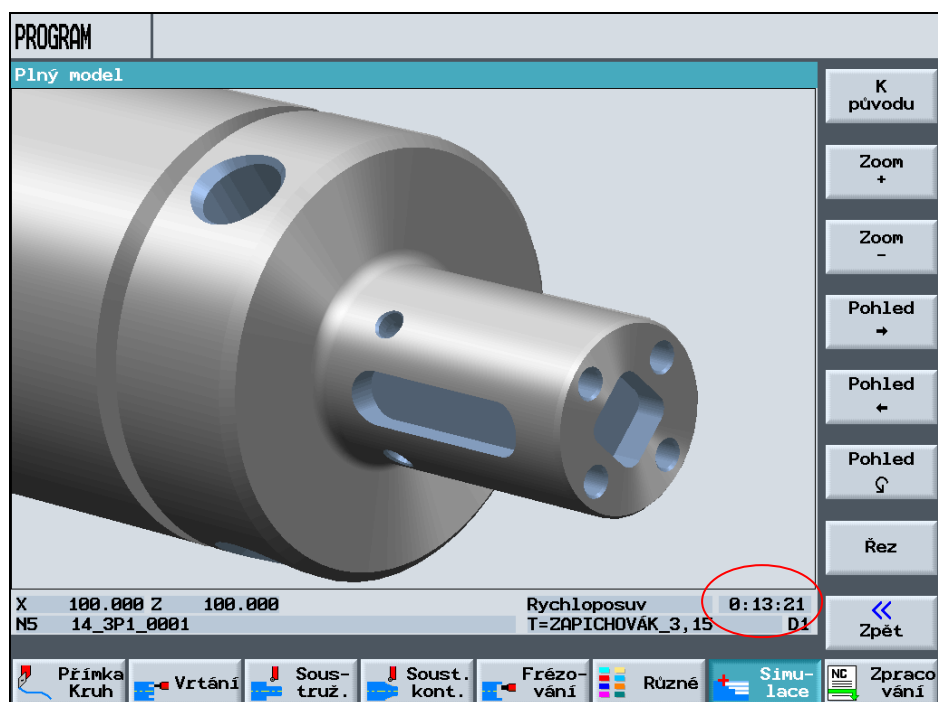
Obr. 5.1 Simulace – vyznačení operací



Obr. 5.2 Průběh simulace – 3 okna



Obr. 5.3 Simulace - pohled z boku



Obr.5.4 Simulace - 3D pohled obrobene součásti

Správnost programu byla ověřena. Simulace proběhla bez kolizí. Čas průběhu simulace je 13 minut a 21 sekund.

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce podává základní informace o řídicím systému ShopTurn.

První část práce se zabývá teoretickými informacemi a vysvětluje způsob programování v systému. Z důvodu rozsahu se práce zaměřuje pouze na rozbor funkcí pro hnané nástroje, které jsou použity pro výrobu zadané součásti:

- navrtávání,
- vrtání krátkých děr,
- přesné dokončovací obrábění vystružováním,
- vrtání dlouhých děr,
- frézování kapsy,
- frézování po dráze.

Druhá praktická část práce, která aplikuje informace z první části na zadané součásti, obsahuje vypracování technologického postupu (příloha 3), volbu řezných nástrojů a řezných podmínek (příloha 2) a vytvoření programu v systému ShopTurn (příloha 7). V poslední kapitole *Experimentální ověření programu* bylo zjištěno:

- vytvořený program byl odzkoušen v režimu *Simulace* bez kolizí,
- čas simulace při použití vybraných nástrojů a řezných podmínek (příloha 2) je 13 minut a 21 sekund.



**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

1. STANĚK, Vlastimil. *Dílenské programování*. [online]. Leden 2004, [citováno 17.března 2008]. Dostupné na www: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/dilenske-programovani>>.
2. POLZER, Aleš. *CNC programování prakticky frézování a vrtání na soustruhu*. [online]. [citováno 17.března 2008]. Dostupné na www: <<http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=2228&mark=>>>.
3. *SinuTrain*. [online]. [citováno 17.března 2008]. Dostupné na www: <<http://cadcam.fme.vutbr.cz/?page=sinutrain>>.
4. HADÁČEK, Vít. *Důraz na konkrétní aplikace*. [online]. Září 2006, [citováno 17.března 2008]. Dostupné na www: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/duraz-na-konkretni-aplikace>>.
5. POLZER, Aleš. *Programování CNC strojů – SinuTrain*. [online]. [citováno 17.března 2008]. Dostupné na www: <<http://esf.fme.vutbr.cz/aktivita/akt-07/mod-02/sinutrain.pdf>>.
6. POLZER, Aleš. *Software SinuTrain*. [online]. [citováno 17.března 2008]. Dostupné na www: <[http://www.techtydenik.cz/cnc\\_priklady/priklad\\_14.pdf](http://www.techtydenik.cz/cnc_priklady/priklad_14.pdf)>.
7. SIEMENS, *Siemens sinumerik 810D/840D SHOPTURN, Přehled řídicích systémů pro prodejce obráběcích strojů*. Verze programového vybavení 6.3, Siemens AG 2002 ShopTurn-Verze 6.3
8. SEMENS, *Einfacher drehe mit ShopTurn. Ausgabe 04.04*.  
2. überarbeitete Auflage 04/2004, Bestell-Nr.: 6FC5095–0AA80–0AP1

9. POLZER, Aleš. *Obrábění součásti s názvem Cukřenka*. [on-line]. Výukový příklad pro modul 4 CAD/CAM . [citováno 26.března 2008]. Dostupné na www:  
<[http://esf.fme.vutbr.cz/inter\\_prikklady/cadcam/inter\\_cv/5\\_sinumerik\\_840d/01\\_priklad.pdf](http://esf.fme.vutbr.cz/inter_prikklady/cadcam/inter_cv/5_sinumerik_840d/01_priklad.pdf)>.
10. POLZER, Aleš. *Dílenské programování v systému ShopTurn*. [online]. [citováno 27.března 2008]. Dostupné na www:  
<[http://www.techtydenik.cz/cnc\\_prikklady/priklad\\_5.pdf](http://www.techtydenik.cz/cnc_prikklady/priklad_5.pdf)>.
11. POLZER, Aleš. *Frézování a vrtání na soustruhu*. [online]. [citováno 27.března 2008]. Dostupné na www:  
<[http://www.techtydenik.cz/cnc\\_prikklady/priklad\\_7.pdf](http://www.techtydenik.cz/cnc_prikklady/priklad_7.pdf)>.
12. POLZER, Aleš. *Frézovací a vrtací cykly v ShopMillu*. [online]. [citováno 2.dubna 2008]. Dostupné na www:  
<[http://www.techtydenik.cz/cnc\\_prikklady/priklad\\_8.pdf](http://www.techtydenik.cz/cnc_prikklady/priklad_8.pdf)>.
13. POLZER, Aleš. *ShopTurn Open V 06.04*. [online]. [citováno 2.dubna 2008]. Dostupné na www:  
<[http://www.techtydenik.cz/cnc\\_prikklady/priklad\\_9.pdf](http://www.techtydenik.cz/cnc_prikklady/priklad_9.pdf)>.
14. POLZER, Aleš. *CAD systém jako součást systémů Sinumerik*. [online]. [citováno 2.dubna 2008]. Dostupné na www:  
<[http://www.techtydenik.cz/cnc\\_prikлады/priklad\\_3.pdf](http://www.techtydenik.cz/cnc_prikklady/priklad_3.pdf)>.
15. AB SANDVIK COROMANT-SANDVIK CZ, s. r. o. *Příručka obrábění. – Kniha pro praktiky*. Přel. M.Kudela. 1.vyd. Praha : Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting – A Practical Handbook. ISBN 91-97 22 99-4-6

16. POLZER, Aleš. *Dílenské programování v systému ShopMill*. [online]. [citováno 27.března 2008]. Dostupné na [www: <http://www.techtydenik.cz/cnc\\_prikklady/priklad\\_6.pdf>](http://www.techtydenik.cz/cnc_prikklady/priklad_6.pdf).
17. LEINVEBER, J., ŘASA, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Třetí přepracované vydání. Praha: SCIENTIA, 1999. ISBN 80-7183-164-6
18. PRAMET, *Soustružení 2008*. [On-line]. [citováno 20.dubna 2008]. Dostupné na [www: <http://www.pramet.com/download/katalog/Turning%202008%20CZ.pdf>](http://www.pramet.com/download/katalog/Turning%202008%20CZ.pdf).
19. ALPEN-MAYKESTEG s.r.o. [On-line]. [citováno 20.dubna 2008]. Dostupné na [www: <http://www.alpenmaykestag.cz>](http://www.alpenmaykestag.cz).
20. M&V spol.s.r.o. [On-line]. [citováno 20.dubna 2008]. Dostupné na [www: <http://katalog.mav.cz>](http://katalog.mav.cz).

**SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ**

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
NC		Číslicové řízení (Numerical Control)
CNC		Počítačové číslicové řízení (Computer Numerical Control)
CAD		Počítačová podpora navrhování (Computer Aided Design)
CAM		Počítačová podpora výroby (Computer Aided Manufacturing)
$v_C$	$[m \cdot min^{-1}]$	Řezná rychlost
$f$	$[mm \cdot ot^{-1}]$	Posuv
$a_P$	$[mm]$	Axiální hloubka řezu
$a_e$	$[mm]$	Radiální hloubka řezu
$f_R$	$[mm \cdot zub^{-1}]$	Posuv radiální
$f_A$	$[mm \cdot zub^{-1}]$	Posuv axiální
$n$	$[ot \cdot min^{-1}]$	Otáčky
$L_{POL}$	$[mm]$	Délka polotovaru
$L_{MAX}$	$[mm]$	Maximální délka součásti
$P_{ZČ}$	$[mm]$	Přídavek na zarovnání čela
$R_a$	$[μm]$	Průměrná aritmetická úchylka
$r_ε$	$[mm]$	Poloměr zaoblení špičky nože
$f_{MAX}$	$[mm \cdot ot^{-1}]$	Maximální posuv
$L_{DRAHY}$	$[mm]$	Délka dráhy
$HMR_{DRAZKY}$	$[mm]$	Horní mezní rozměr drážky
$DMR_{DRAZKY}$	$[mm]$	Dolní mezní rozměr drážky
$D_{FREZY}$	$[mm]$	Průměr frézy

**SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1 Výrobní výkres č. 14 – 3P/1 – 00/01  
Příloha 2 Nástrojové vybavení  
Příloha 3 Technologický postup  
Příloha 4 Výběr z katalogů Pramet Tools s.r.o. (18)  
Příloha 5 Výběr z katalogů Alpen-Maykestag s.r.o. (19)  
Příloha 6 Výběr z katalogů M&V spol.s.r.o. (20)  
Příloha 7 Program pro zadanou součást

## **Příloha 1**

Soubor 14\_3P1\_0001.dwg

Příloha 2

Nástrojové vybavení

Č. n.	Nástroj	VBD	mat.	V [m/min]	n [ot/min]	f [mm/ot]	ap [mm]	ae [mm]	Poznámka
1	Nůž soustružnický 95° SCLCL 2020 K 12-M-A	CCMT 120412E-48	6610	205	-	0,4	6	-	
2	Nůž soustružnický 107°30´ SV/HCL 1616 H 11	VCMT110308E-UM	6615	295	-	0,18	1	-	Ra 1 β - f =1,2mm/ot
3	Nůž upichovací (plánžeta) XLCFN 3203 M 3,15	LCMX 030502 TN	6640	185	-	0,1	-	-	
	Držák plánžety 32 - D 2530								
4	Válcová monolitní fréza VHM EM3 100100 - 12	-	Gemil	100	-	0,044mm/z.	4	6	fa=0,0044mm/zub
5	Válcová monolitní fréza VHM EM4 6060 - 13	-	Gemil	120	-	0,026mm/z.	6	1 2	Hrubování
			Gemil	135	-	0,026mm/z.	4 β	0,18	Dokončení
7	Navrtávák NC 90° 6,0x30x66	-	HSS	21,8	1156	0,08	-	-	
8	Vrták D338 broušený 5,0x52x86	-	HSS	22	1400	0,07	-	-	
9	Vrták D338 broušený 14,25x114x169	-	HSS	20,2	451	0,17	-	-	
10	Záhlubník D335 90° 20,5	-	HSSE	18,7	313	0,41	-	-	
11	Výhrubník šroubovité třířítý 221480 14 75	-	HSS	20	431	0,36	-	-	
12	Výstružník strojní s vál. Stopkou 221430 15H8	-	HSS	5,9	125	0,5	-	-	

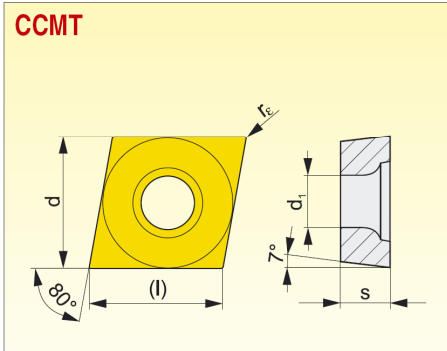
### Příloha 3

Technologický postup		Název součásti: SOUCAST I	Číslo součástky: 14-3P/1-00/01	Polotovar: KR 80h11-90 CSN 42 5610	Materiál: 11 500
Vyhotovil: Seda Martin		Dne: 16.04/2008	Hmotnost: 1,45 kg	Poznámka:	
Číslo operace	Popis práce:			Nástroje, výrovnní pomůcky:	
1	Zarovnat čelo (nechat přídavek 0,5mm na dokončení čela)			Nůž soustružnický 95° SCLCL 2020 K12-M-A VBD: CCMT 120412E-48	
2	Soustružit (hrubovat) konturu (nechat přídavek 0,5mm na čelních a 1mm na válcových plochách na dokončení)			Nůž soustružnický 95° SCLCL 2020 K12-M-A VBD: CCMT 120412E-48	
3	Soustružit (dokončit) konturu			Nůž soustružnický 107°30' SVHCL 1616 H 11 VBD: VCM110308E-UM	
4	Navrtat 4x Ø5mm na čele, srazit hranu 4 x 0,5x45° na Ø5mm na čele			Navrtávák NC 90° 6,0x30x66	
5	Vrtat 4x Ø5mm délky 50mm na čele			Vrták D338 broušený 5,0x52x86	
6	Navrtat 4x Ø5mm a srazit hranu 4x 0,5x45° na Ø5mm na plášťové ploše, navrtat 3x Ø15H8 na plášťové ploše			Navrtávák NC 90° 6,0x30x66	
7	Vrtat 4x Ø5mm délky 8,5mm na plášťové ploše			Vrták D338 broušený 5,0x52x86	
8	Vrtat 3x Ø14 25mm délky 25mm na plášťové ploše			Vrták D338 broušený 14 25x114x169	
9	Srazit hranu 3x 2x45°			Záhlubník D335 90° 20,5	
10	Výhrubovat 3x Ø14 7,5mm délky 22mm na plášťové ploše			Výhrubník šroubovitý tříbřitý 221480 14,75	
11	Vystružit 3x Ø15H8 délky 22mm na plášťové ploše			Výstružník strojní s vál. stopkou 221430 15H8	
12	Frézovat drážku pro pero 10P9x8x40 ČSN 02 2562			Válcová monolitní fréza VHM EM3 100100 - 12	
13	Frézovat (hrubovat) kapsu 14x14x6 na čele			Válcová monolitní fréza VHM EM4 6060 - 13	
14	Frézovat boky (dokončit) kapsy 14x14x6			Válcová monolitní fréza VHM EM4 6060 - 13	
15	Srazit hranu 2x45°, upíchnout součást na délku 88mm			Nůž upichovací (plánžeta) XLCFN 3203 M3,15 Držák plánžety 32 - D 2530 VBD: LCMX 030502 TN	





VYMĚNITELNÉ BŘITOVÉ DESTIČKY  
VYMEITELNÉ REZNÉ DOŠTIČKY



Velikost Velikost	(l)	d	d <sub>1</sub>	s	
0602	6,4	6,350	2,80	2,38	
09T3	9,7	9,525	4,40	3,97	
1204	12,9	12,700	5,50	4,76	

Nástroje viz str. / Nástroje vid' str.: 82-85, 102-105

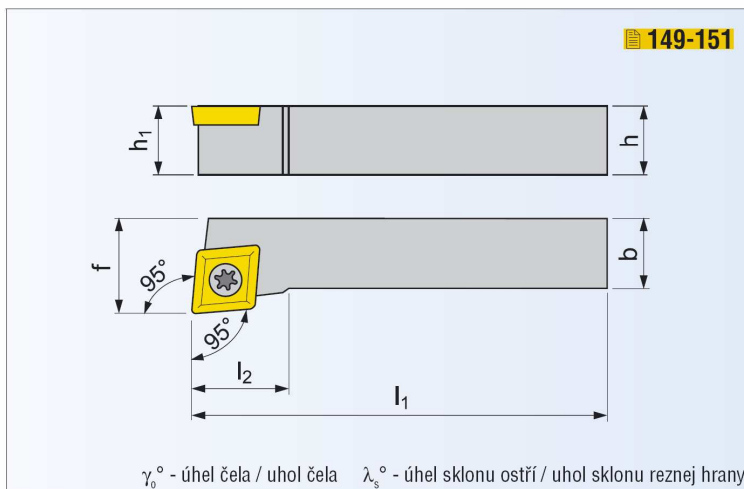
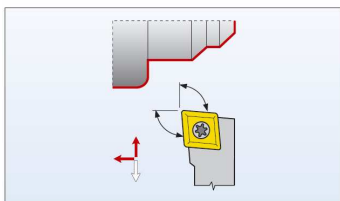
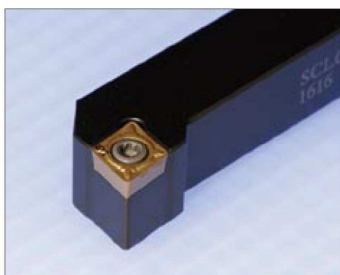
Utvařeč Utvařeč	ISO	ANSI	Materiály / Materiály								Rádus Rádus		Posuv na ot. Posuv na ot.			Hloubka řezu Hloubka řezu	
			6605	6610	6615	6630	6640	8016	8030		r <sub>e</sub>	f <sub>min</sub>	f <sub>max</sub>	a <sub>p min</sub>	a <sub>p max</sub>		
	CCMT 060202E-UM	CCMT 2(1.5)(0.5)E-UM						●	●		0,2	0,08	0,15	0,5	3,0		
	CCMT 060204E-UM	CCMT 2(1.5)1E-UM				●	●	●	●		0,4	0,08	0,25	0,5	3,0		
	CCMT 09T304E-UM	CCMT 3(2.5)1E-UM				●	●	●	●		0,4	0,08	0,25	0,5	3,0		
	CCMT 09T308E-UM	CCMT 3(2.5)2E-UM	●		●	●	●	●	●		0,8	0,08	0,25	0,8	3,0		
	CCMT 120404E-UM	CCMT 431E-UM				●		●			0,4	0,08	0,25	0,5	3,0		
	CCMT 120408E-UM	CCMT 432E-UM	●		●			●			0,8	0,08	0,25	0,8	3,0		
	CCMT 060202E-UR	CCMT 2(1.5)(0.5)E-UR				●	●	●	●		0,2	0,08	0,15	0,2	2,0		
	CCMT 060204E-UR	CCMT 2(1.5)1E-UR	●	●	●	●	●	●	●		0,4	0,08	0,30	0,4	2,0		
	CCMT 060208E-UR	CCMT 2(1.5)2E-UR	●	●	●			●			0,8	0,08	0,50	0,8	2,0		
	CCMT 09T304E-UR	CCMT 3(2.5)1E-UR	●	●	●			●	●		0,4	0,08	0,30	0,4	2,0		
	CCMT 09T308E-UR	CCMT 3(2.5)2E-UR	●	●	●			●	●		0,8	0,08	0,50	0,8	3,0		
	CCMT 120404E-UR	CCMT 431E-UR	●	●	●						0,4	0,15	0,30	0,4	3,0		
	CCMT 120408E-UR	CCMT 432E-UR	●	●	●						0,8	0,15	0,50	0,8	4,0		
	CCMT 120412E-UR	CCMT 433E-UR	●	●	●						1,2	0,15	0,60	1,2	4,0		
	CCMT 060202E-46	CCMT 2(1.5)(0.5)E-46						●			0,2	0,09	0,15	1,0	3,0		
	CCMT 060204E-46	CCMT 2(1.5)1E-46	●	●	●	●	●	●			0,4	0,10	0,30	1,0	3,0		
	CCMT 09T304E-47	CCMT 3(2.5)1E-47	●	●	●	●	●	●			0,4	0,10	0,30	0,8	4,0		
	CCMT 09T308E-47	CCMT 3(2.5)2E-47	●	●	●	●	●	●			0,8	0,10	0,40	0,8	4,0		
	CCMT 120404E-48	CCMT 431E-48		●	●	●					0,4	0,20	0,30	1,0	8,0		
	CCMT 120408E-48	CCMT 432E-48	●	●	●	●	●				0,8	0,20	0,60	1,0	8,0		
	CCMT 120412E-48	CCMT 433E-48	●	●	●						1,2	0,20	0,70	1,2	8,0		

● skladovaný    ○ neskladovaný

Všechny rozměry v / Všetky rozměry v [mm]

# SCLCR/L

VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ - ISO S  
VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE - ISO S



$\gamma_0^\circ$  - úhel čela / uhol čela  $\lambda_s^\circ$  - úhel sklonu ostří / uhol sklonu rezní hrany

## NŮŽ PRO VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ / NŮŽ PRE VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE

ISO	R/L	Rozměry / Rozmery [mm]										kg	ND	VBD VRD
		$h=h_1$	b	f	$l_1$	$l_{2max}$				$\lambda_s^\circ$	$\gamma_0^\circ$			
SCLCR/L 0808 D 06	●/●	8	8	10	60	11				0	0	0,04	SO1	CC.. 0602..
SCLCR/L 1010 E 06	●/●	10	10	12	70	11				0	0	0,06	SO1	CC.. 0602..
SCLCR/L 1212 F 09	●/●	12	12	16	80	16				0	0	0,10	SO4	CC.. 09T3..
SCLCR/L 1616 H 09	●/●	16	16	20	100	16				0	0	0,22	SO4	CC.. 09T3..
SCLCR/L 2020 K 12-M-A	●/●	20	20	25	125	20				0	0	0,42	SC20	CC.. 1204..
SCLCR/L 2525 M 12-M-A	●/●	25	25	32	150	20				0	0	0,68	SC20	CC.. 1204..

## NÁHRADNÍ DÍLY / NÁHRADNÉ DIELY

Typ	Up. šroub Up. skrutka	Závít Závít	Podložka Podložka	Mezišroub Medziskrutka	Šroubovák Skrutkovač	Klíč Klíč
SO1	US 2506-T07P	(M2,5x6,3)	-	-	SDR T07P	-
SO4	US 3510-T15P	(M3,5x10,4)	-	-	SDR T15P	-
SC20	US 5012-T15P	(M5x12,0)	SCN 120304	MS 5008	SDR T15P	HXK 5

● skladovaný ○ neskladovaný

všechny rozměry v / všetky rozmery v [mm]

ISO C  
ISO C

ISO D  
ISO D

ISO M  
ISO M


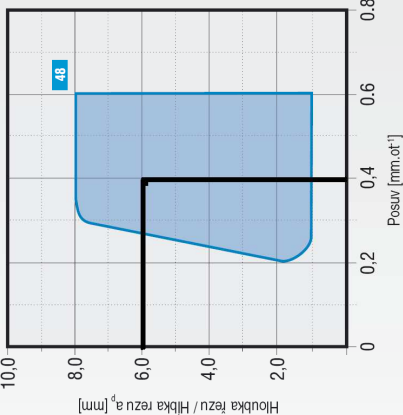
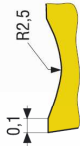

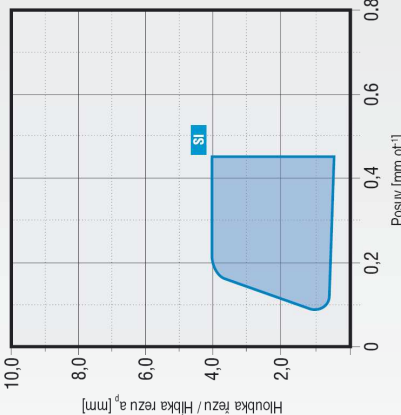
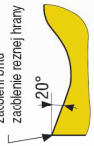
ISO P  
ISO P

ISO S  
ISO S

ZÁPICHY  
ZÁPICHY

ZÁVITY  
ZÁVITY

VBD  
VRD

Geometria	Systém upnutí / Systém upnutia	Skupina obr. materiálu					Funkční diagram Funkčný diagram	Popis	Použito u VBD / Použito u VRD: CCMT, DCMT, SCMT, VCMT, WCMT, WCMX		
		Typ soust. Typ sust.	P	M	K	S				H	
48		F	■	■	■	■			<ul style="list-style-type: none"><li>- dokončovací a polohrubovací soustružení, vrtání</li><li>- hlavní oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>P, M a K</b></li><li>- vedle soustružení je tato geometrie používána i pro vrtání (VBD WCMX a WCMT)</li><li>- kontinuální řez i přerušovaný řez</li><li>- dokončovací a polohrubovací soustružení, vrtání</li><li>- hlavní oblast použítia - obráběné materiály skupiny <b>P, M a K</b></li><li>- okrem soustružení je táto geometria používaná aj pre vŕtanie (VBD WCMX a WCMT)</li><li>- neprerušovaný i přerušovaný rez</li></ul>		
	Profil hlavního břítu Profil hlavného ostria	M	■	■	■	■					Rozsah řezných podmínek / rozsah rezných podmienok:
		R									
SI		F	■	■	■	■			<ul style="list-style-type: none"><li>- vysoce univerzální řezná geometrie charakterizovaná velmi malým řezným odporem</li><li>- dokončovací až polohrubovací soustružení, vyvrtávání</li><li>- hlavní oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>P, M a S</b></li><li>- další oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>K</b></li><li>- podmíněné užítí - obráběné materiály skupiny <b>N</b></li><li>- neprerušovaný řez</li><li>- vysoko univerzální rezná geometria charakterizovaná velmi malým řezným odporem</li><li>- dokončovací až polohrubovací soustružení, vyvrtávanie</li><li>- hlavná oblasť použítia - obrábané materiály skupiny <b>P, M a S</b></li><li>- ďalšia oblasť použítia - obrábané materiály skupiny <b>K</b></li><li>- podmienené použítie - obrábané materiály skupiny <b>N</b></li><li>- neprerušovaný rez</li></ul>		
	Profil hlavního břítu Profil hlavného ostria	M	■	■	■	■					Rozsah řezných podmínek / rozsah rezných podmienok:
		R									

■ - hlavní oblast použití / hlavná oblasť použítia

□ - další použití / ďalšie použítie

□ - podmíněné použití / podmienené použítie

Velikost Vel'kosť	(l)	d	d <sub>1</sub>	s	
1103	11,1	6,350	2,80	3,18	
1604	16,6	9,525	4,40	4,76	


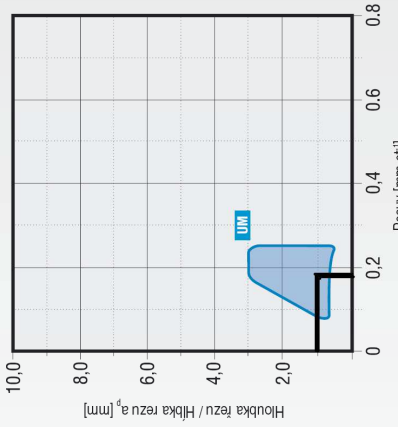
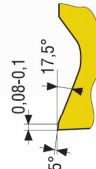
[illegible]

Všechny rozměry v / Všetky rozmery v [mm]




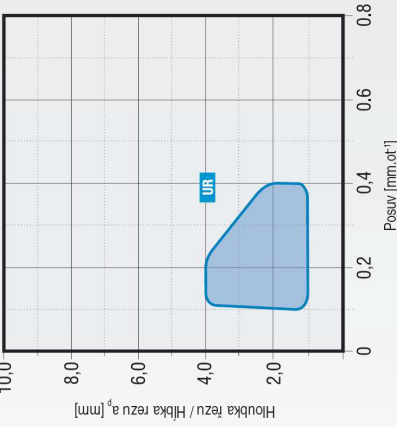

Tabulka č. 5  
Tabulka č. 5

GEOMETRIE SOUSTRUŽNICKÝCH VBD  
GEOMETRIA SÚSTRUŽNICKÝCH VRD

Systém upnutí / Systém upnutia	Skupina obr. materiálu Typ soust. Typ sust.	Funkční diagram Funkčný diagram	Popis	Použito u VBD / Použito u VRD: <b>CCMT, SCMT, TCMT, VCMT, WCMT</b>
S			<ul style="list-style-type: none"> <li>- jemné a dokončovací soustružení, vyvrtávání</li> <li>- hlavní oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>P a K</b></li> <li>- další oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>M</b></li> <li>- kontinuální řez</li> <li>- jemné a dokončovací soustružení, vyvrtávání</li> <li>- hlavní oblast použití - obráběné materiály skupiny <b>P a K</b></li> <li>- další oblast použití - obráběné materiály skupiny <b>M</b></li> <li>- nepřerušovaný řez</li> </ul>	Rozsah řezných podmínek / rozsah rezných podmienok:
	Profil hlavního břitu Profil hlavného ostria			
				
UM	F		f	0.08 ÷ 0.25 [mm.ot <sup>-1</sup> ]
			a <sub>p</sub>	0.5 ÷ 3.0 [mm]

■ - hlavní oblast použití / hlavná oblasť použitia

□ - další použití / ďalšie použítie

Systém upnutí / Systém upnutia	Skupina obr. materiálu Typ soust. Typ sust.	Funkční diagram Funkčný diagram	Popis	Použito u VBD / Použito u VRD: <b>CCMT, DCMT, RCMT, SCMT, TCMT, VBMT, WCMT</b>
S			<ul style="list-style-type: none"> <li>- jemné a dokončovací soustružení, vyvrtávání</li> <li>- hlavní oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>P, M a K</b></li> <li>- další oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>N</b></li> <li>- kontinuální řez</li> <li>- jemné a dokončovací soustružení, vyvrtávání</li> <li>- hlavní oblast použití - obráběné materiály skupiny <b>P, M a K</b></li> <li>- další oblast použití - obráběné materiály skupiny <b>N</b></li> <li>- nepřerušovaný řez</li> </ul>	Rozsah řezných podmínek / rozsah rezných podmienok:
	Profil hlavního břitu Profil hlavného ostria			
				
UR	F		f	0.10 ÷ 0.40 [mm.ot <sup>-1</sup> ]
			a <sub>p</sub>	1.0 ÷ 4.0 [mm]

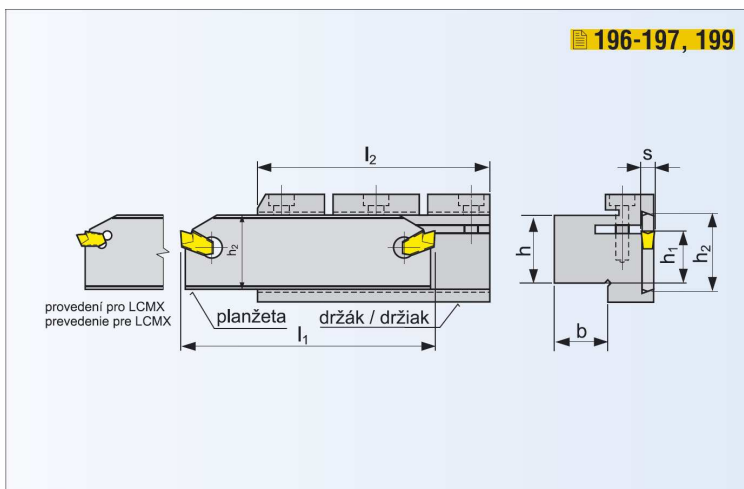
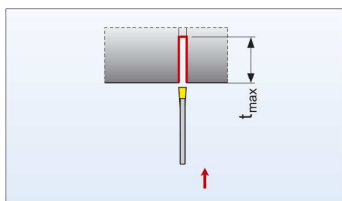
□ - podmíněné použití / podmienené použítie





# XLCFN

## UPICHOVACÍ A ZAPICHOVACÍ NOŽE A PLANŽETY UPICHOVACIE A ZAPICHOVACIE NOŽE A PLANŽETY



196-197, 199

### PLANŽETA PRO VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ / PLANŽETA PRE VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE

ISO		Rozměry / Rozmery [mm]								kg	ND	Držák Držiak	VBD VRD
		h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	l <sub>1</sub>	s	t <sub>max</sub>							
XLCFN 2602 J 2.65	•	20	26	110	2,65	35				0,05	KV	26-D2020	LCMX 02050.
XLCFN 2603 J 3.15	•	20	26	110	3,15	37,5				0,06	KV	26-D2020	LCMX 03050.
XLCFN 3202 M 2.65	•	25	32	150	2,65	40				0,08	KV	32-D2530	LCMX 02050.
XLCFN 3203 M 3.15	•	25	32	150	3,15	50				0,08	KV	32-D2530	LCMX 03050.
XLCFN 3204 M 4.15	•	25	32	150	4,15	50				0,09	KV	32-D2530	LCMX 04050.
XLCFN 2603 J 03	•	20	26	110	3	37,5				0,06	KV	26-D2020	LFUX 03080.
XLCFN 3202 M 03	•	25	32	150	3	50				0,08	KV	32-D2530	LFUX 03080.
XLCFN 3203 M 04	•	25	32	150	4	50				0,11	KV	32-D2530	LFUX 04080.
XLCFN 3204 M 05	•	25	32	150	5	60				0,14	KV	32-D2530	LFUX 05080.

### DRŽÁK PRO VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ / DRŽIAK PRE VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE


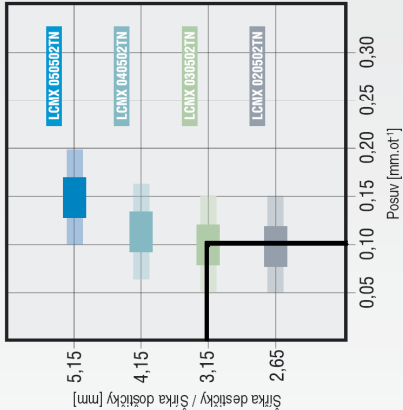
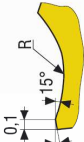

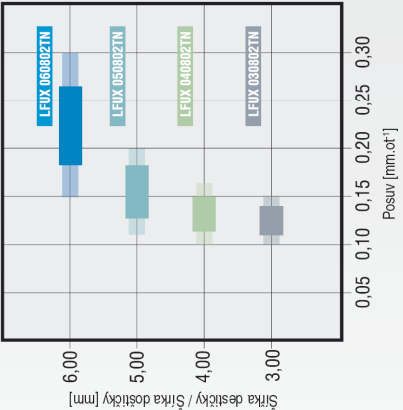
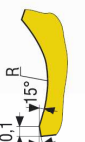
ISO		Rozměry / Rozmery [mm]								kg	ND	
		h	b	l <sub>2</sub>								
26-D 2020	•	20	20	100						0,90	ND2	
32-D 2530	•	25	30	115						1,30	ND2	

### NÁHRADNÍ DÍLY / NÁHRADNÉ DIELY

Typ	Šroub Skrutka	Klíč Kľúč	Vyrážecí klíč Kľúč vyrážací			
ND2	HS 0625	HXK 5				
KV			KV 5x70			

• skladovaný ○ neskladovaný

všechny rozměry v / všetky rozmery v [mm]

Geometrie	Systém upnutí / Systém upnutia	Skupina obr. materiálu Typ soust. Typ sust.	Funkční diagram Funkčný diagram	Popis	Použito u VBD / Použito u VRD:
LCMX		F		<ul style="list-style-type: none"><li>- upichování a zapichování</li><li>- hlavní oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>P a K</b></li><li>- další oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>M</b></li><li>- kontinuální, popřípadě i mírně přerušovaný řez</li></ul>	LCMX
	Profil hlavního břítu Profil hlavného ostria	M		<ul style="list-style-type: none"><li>- upichovanie a zapichovanie</li><li>- hlavná oblasť použitia - obrábané materiály skupiny <b>P a K</b></li><li>- ďalšia oblasť použitia - obrábané materiály skupiny <b>M</b></li><li>- kontinuálny, prípadne i mierne prerušovaný rez</li></ul>	Rozsah řezných podmínek / rozsah rezných podmienok:
LFUX		F		<ul style="list-style-type: none"><li>- upichování a zapichování</li><li>- hlavní oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>P a K</b></li><li>- další oblast užítí - obráběné materiály skupiny <b>M</b></li><li>- kontinuální, popřípadě i mírně přerušovaný řez</li></ul>	LFUX
	Profil hlavního břítu Profil hlavného ostria	M		<ul style="list-style-type: none"><li>- upichovanie a zapichovanie</li><li>- hlavná oblasť použitia - obrábané materiály skupiny <b>P a K</b></li><li>- ďalšia oblasť použitia - obrábané materiály skupiny <b>M</b></li><li>- neprerušovaný, popřípadě i mierne prerušovaný rez</li></ul>	Rozsah řezných podmínek / rozsah rezných podmienok:

■ - hlavní oblast použití / hlavná oblasť použitia










□ - další použití / ďalšie použitie

□ - podmíněné použití / podmienené použitie

[illegible]

# ROZDĚLENÍ OBRÁBĚNÝCH MATERIÁLŮ A TABULKY EKVIVALENTŮ

## ASSIGNMENT OF MACHINED MATERIALS AND EQUIVALENT TABLE

Hlavní skupiny Main groups									
	CZECH ČSN	EURO EN	FRANCE AFNOR	ITALY JUNI	GERMANY DIN	POLAND PN	RUSSIA GOST	USA AISI	SWEDEN SS
P <sub>I</sub>	10425	-	FeE 40	-	BS1420 S	St50B	A III	Gr.50	2164
	10505	FeB500	-	Fe430B	BS1500S	-	-	-	-
	11300	-	-	3CD5	D6-2	-	05kp	Gr.1005	-
	11373	S235JRG1	S235JRG1	S235JRG1	RSt 37-2	St3SX	St3kp	A570 36	1311
	12010	2C10	XC10, C10RR	C10	C10, Ck10	10	08, 10	Gr.1010	1265
	422630	C18D	20-40M	FeG400	GS38	LI1400	15L-I	Gr.N1	-
	422640	-	A48M1	FeG450	GS-45	LI1 400	25 L	LCA	1305
	11109	11 SMn 30	S 250	CF 9 SMn 28	9 SMn 28	A 10X	CF9SMn28	1213	1912
	11500	E295	A 50-2	Fe 490, E295	St 50-2	St5, MS15	S285, St5sp	Gr.50	2172, 1151
	11523	Fe 510	E 36-3	Fe 510	St 52-3	16G2, G355	17GS, 17G1S	Gr.15180	2133
P <sub>II</sub>	12020	C15E, 2C15	C18RR, XC18	C15	C 15, Ck15	-	-	Gr.1016	1370-04
	12040	C35E	C35, XC38	C35	C35, Ck35	35	C35	Gr.1035	1550, 1572-02
	12050	C45	C45	C45	C45, Ck45	45	C45SW	Gr.1043	1650
	12060	C55	C54, XC55	C55	C55	55	50, 55	Gr.1055	1655
	12090	2 CS 85	C90RR	C85	C85E, Ck85	85	85	1086	-
	14100	100Cr 6	100C6	100Cr6	100Cr6	LH15	Šch15	E 52100	2258
	14220	16MnCr5	16 M C 5	16MnCr5	16 Mn Cr 5	15HG	18ChG	Gr.5120	2127
	14260	-	54SiCr6	48S7	54SiCr6	60S2	60S2ChA	9260	2090
	16343	34CrNiMo6	35NCD6	35CrNiMo6	34CrNiMo6	34HNM	38Ch2N2MA	4340	2541
	17022	C20Cr13	X20Cr13	X20Cr13	X20Cr13	2H13	12Ch13	Type 420	2302
	19191	CT105	C105E2U	C100KU	C105W1	N10E	U101	W5	1880
	19192	CT105	C105E2U	C100KU	C105W2	N10E	U10-1	W110	-
	19314	95MnWCr5	95MnWCr5	95MnWCr5KU	100MnCrW4	NMWW	90rVG	T 31501	2140
	422650	-	E26-52-M	FeG49-1	GS52	LI1 500	30L	Gr.70-36	-
	422660	-	30M6M	FeG570	GS-60	LI1 600	45L2	Gr.90-60	1606
P <sub>III</sub>	17153	-	Z10C24	X16Cr26	X8CrTi25	-	15Ch25T	15Ch25T	2322
	19436	X210Cr12	Z200C12	X205Cr12KU	X210Cr12	Nc11	Ch12	D3	-
	19552	X37CrMoV5-1	Z38CDV5	X37CrMoC51KU	X38CrMoV5.1	WCL	4Ch5MFS	H11	-
	19554	X40CrMoV511	X40CrMoV5	X40CrMoV511KU	X40CrMoV5.1	WCLV	4Ch5MFI5	H13	2214
	19732	45WCr6SiV8	45WCrV8	45WCrV8KU	45WCrV7	NZ2	5ChV2SF	S1	2710
	19852	HS6-5-2-5	Z85WDKOV6	HS5-6-2-5	HS5-6-2-5	SK5M	R6M5K5	-	2723
	Nástrojové oceli a legované oceli Tooling steels and alloyed steels 900 ÷ 1600 MPa								

TECHNICKÁ ČÁST  
TECHNICAL PART

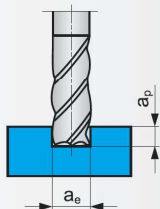
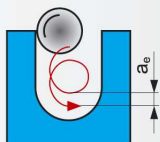
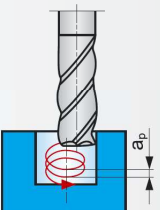
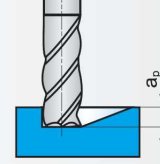
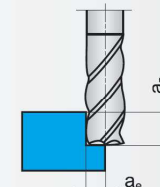
UPINAČE  
TOOLING SYSTEMS

MONOLITNÍ FRÉZY - VHMM  
SOLID CARBIDE CUTTERS - VHMM

OZNAČENÍ MONOLITNÍCH FRÉZ  
MARKING OF SOLID CARBIDE CUTTERS

Hlavní skupina Main group		Způsob frézování Milling method	Doporučený nástroj Recommended tools	Monolitní frézy / Solid carbide cutters										
				V <sub>c</sub> [m.min <sup>-1</sup> ]	a <sub>e</sub> [mm]	a <sub>p</sub> [mm]	f <sub>z</sub> [mm/zub]							
							[mm/teeth]							
							Ø 1,5	Ø 2	Ø 3	Ø 4	Ø 5	Ø 6	Ø 8	Ø 10
P <sub>I</sub>	Drážky - postupné drážkování / Slot milling - peel milling	EM3	125	-	0.50Dc	0.0035	0.0037	0.0054	0.009	0.013	0.019	0.031	0.044	0.053
	Spirálové zahlubování - postupné zahlubování / Helical interpolation - ramping	EM3	125	-	0.10Dc	0.0045	0.0049	0.0072	0.011	0.017	0.024	0.039	0.054	0.066
	stranové frézování - hrubování / Side milling - roughing	EM4	135	0.30x0c	1.00x0c	0.0047	0.0050	0.0074	0.012	0.018	0.026	0.043	0.061	0.074
	stranové frézování - obrábění na čisto / Side milling - finishing	EM5, 6	155	0.04x0c	1.00x0c	0.0051	0.0054	0.0081	0.013	0.020	0.028	0.046	0.064	0.078
P <sub>II</sub>	Drážky - postupné drážkování / Slot milling - peel milling	EM3	100	-	0.40Dc	0.0035	0.0037	0.0054	0.009	0.013	0.019	0.031	0.044	0.053
	Spirálové zahlubování - postupné zahlubování / Helical interpolation - ramping	EM3	100	-	0.08Dc	0.0045	0.0049	0.0072	0.011	0.017	0.024	0.039	0.054	0.066
	stranové frézování - hrubování / Side milling - roughing	EM4	120	0.20x0c	1.00x0c	0.0047	0.0050	0.0074	0.012	0.018	0.026	0.043	0.061	0.074
	stranové frézování - obrábění na čisto / Side milling - finishing	EM5, 6	135	0.03x0c	0.80x0c	0.0051	0.0054	0.0081	0.013	0.020	0.028	0.046	0.064	0.078
P <sub>III</sub>	Drážky - postupné drážkování / Slot milling - peel milling	EM3	90	-	0.30x0c	0.0035	0.0037	0.0054	0.009	0.013	0.019	0.031	0.044	0.053
	Spirálové zahlubování - postupné zahlubování / Helical interpolation - ramping	EM3	90	-	0.05x0c	0.0045	0.0049	0.0072	0.011	0.017	0.024	0.039	0.054	0.066
	stranové frézování - hrubování / Side milling - roughing	EM4	110	0.10x0c	1.00x0c	0.0047	0.0050	0.0074	0.012	0.018	0.026	0.043	0.061	0.074
	stranové frézování - obrábění na čisto / Side milling - finishing	EM5, 6	125	0.03x0c	0.80x0c	0.0051	0.0054	0.0081	0.013	0.020	0.028	0.046	0.064	0.078
M <sub>I</sub>	Drážky - postupné drážkování / Slot milling - peel milling	EM3	85	-	0.35x0c	0.0035	0.0037	0.0054	0.009	0.013	0.019	0.031	0.044	0.053
	Spirálové zahlubování - postupné zahlubování / Helical interpolation - ramping	EM3	85	-	0.08x0c	0.0045	0.0049	0.0072	0.011	0.017	0.024	0.039	0.054	0.066
	stranové frézování - hrubování / Side milling - roughing	EM3	95	0.20x0c	1.00x0c	0.0047	0.0050	0.0074	0.012	0.018	0.026	0.043	0.061	0.074
	stranové frézování - obrábění na čisto / Side milling - finishing	EM4	105	0.03x0c	1.00x0c	0.0051	0.0054	0.0081	0.013	0.020	0.028	0.046	0.064	0.078
M <sub>II</sub>	Drážky - postupné drážkování / Slot milling - peel milling	EM3	65	-	0.20x0c	0.0035	0.0037	0.0054	0.009	0.013	0.019	0.031	0.044	0.053
	Spirálové zahlubování - postupné zahlubování / Helical interpolation - ramping	EM3	65	-	0.05x0c	0.0045	0.0049	0.0072	0.011	0.017	0.024	0.039	0.054	0.066
	stranové frézování - hrubování / Side milling - roughing	EM3	70	0.10x0c	1.00x0c	0.0047	0.0050	0.0074	0.012	0.018	0.026	0.043	0.061	0.074
	stranové frézování - obrábění na čisto / Side milling - finishing	EM4	75	0.02x0c	0.80x0c	0.0051	0.0054	0.0081	0.013	0.020	0.028	0.046	0.064	0.078
K <sub>I</sub>	Drážky - postupné drážkování / Slot milling - peel milling	EM3	90	-	0.40x0c	0.0035	0.0037	0.0054	0.009	0.013	0.019	0.031	0.044	0.053
	Spirálové zahlubování - postupné zahlubování / Helical interpolation - ramping	EM3	90	-	0.10x0c	0.0045	0.0049	0.0072	0.011	0.017	0.024	0.039	0.054	0.066
	stranové frézování - hrubování / Side milling - roughing	EM4	110	0.30x0c	1.00x0c	0.0047	0.0050	0.0074	0.012	0.018	0.026	0.043	0.061	0.074
	stranové frézování - obrábění na čisto	EM5, 6	135	0.03x0c	0.80x0c	0.0051	0.0054	0.0081	0.013	0.020	0.028	0.046	0.064	0.078
K <sub>II</sub>	Drážky - postupné drážkování / Slot milling - peel milling	EM3	55	-	0.20x0c	0.0035	0.0037	0.0054	0.009	0.013	0.019	0.031	0.044	0.053
	Spirálové zahlubování - postupné zahlubování / Helical interpolation - ramping	EM3	55	-	0.08x0c	0.0045	0.0049	0.0072	0.011	0.017	0.024	0.039	0.054	0.066
	stranové frézování - hrubování / Side milling - roughing	EM4	60	0.15x0c	1.00x0c	0.0047	0.0050	0.0074	0.012	0.018	0.026	0.043	0.061	0.074
	stranové frézování - obrábění na čisto / Side milling - finishing	EM5, 6	65	0.02x0c	0.80x0c	0.0051	0.0054	0.0081	0.013	0.020	0.028	0.046	0.064	0.078

DOPORUČENÉ ŘEZNÉ PODMÍNKY  
RECOMMENDED CUTTING CONDITION

Drážkování Slot milling																																											
Postupné drážkování Peel milling		<table><tr><th colspan="2">Mezní šířka drážky při postupném drážkování* Critical width of notch at peel milling*</th></tr><tr><th>Průměr frézy D Cutter diameter D</th><th>Šířka drážky Width of notch</th></tr><tr><td>&lt; 3</td><td>1,8 × D</td></tr><tr><td>3 ÷ 6</td><td>1,6 × D</td></tr><tr><td>8 ÷ 12</td><td>1,4 × D</td></tr></table> <p>* Při větší šířce možno použít a_e, a_p dle stranového frézování. * If the width is greater you can use a_e, a_p by side milling.</p>	Mezní šířka drážky při postupném drážkování* Critical width of notch at peel milling*		Průměr frézy D Cutter diameter D	Šířka drážky Width of notch	< 3	1,8 × D	3 ÷ 6	1,6 × D	8 ÷ 12	1,4 × D																															
Mezní šířka drážky při postupném drážkování* Critical width of notch at peel milling*																																											
Průměr frézy D Cutter diameter D	Šířka drážky Width of notch																																										
< 3	1,8 × D																																										
3 ÷ 6	1,6 × D																																										
8 ÷ 12	1,4 × D																																										
Spirálové zahlubování Helical interpolation		<table><tr><th colspan="2">Doporučený průměr otvoru při spirálovém zahlubování - podmínky pro hrubování Recommended hole diameter at helical interpolation - roughing</th></tr><tr><th>Průměr frézy D Cutter diameter D</th><th>Průměr otvoru Hole diameter</th></tr><tr><td>&lt; 3</td><td>1,4 × D</td></tr><tr><td>3 ÷ 6</td><td>1,3 × D</td></tr><tr><td>8 ÷ 12</td><td>1,2 × D</td></tr></table>	Doporučený průměr otvoru při spirálovém zahlubování - podmínky pro hrubování Recommended hole diameter at helical interpolation - roughing		Průměr frézy D Cutter diameter D	Průměr otvoru Hole diameter	< 3	1,4 × D	3 ÷ 6	1,3 × D	8 ÷ 12	1,2 × D																															
Doporučený průměr otvoru při spirálovém zahlubování - podmínky pro hrubování Recommended hole diameter at helical interpolation - roughing																																											
Průměr frézy D Cutter diameter D	Průměr otvoru Hole diameter																																										
< 3	1,4 × D																																										
3 ÷ 6	1,3 × D																																										
8 ÷ 12	1,2 × D																																										
Postupné zahlubování Ramping		<table><tr><th colspan="6">Velikost posuvu při postupném zatřezování Feed at ramping</th></tr><tr><th rowspan="2">Počet zubů No. of teeth</th><th>Vrtání Drilling</th><th colspan="4">Postupné zahlubování Ramping</th></tr><tr><th>90°</th><th>45°</th><th>30°</th><th>15°</th><th>5°</th></tr><tr><td>2</td><td>50%</td><td>60%</td><td>70%</td><td>80%</td><td>90%</td></tr><tr><td>3</td><td>10%</td><td>30%</td><td>50%</td><td>70%</td><td>85%</td></tr><tr><td>4</td><td>-</td><td>5%</td><td>25%</td><td>50%</td><td>75%</td></tr><tr><td>≥ 5</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>5%</td><td>10%</td></tr></table>	Velikost posuvu při postupném zatřezování Feed at ramping						Počet zubů No. of teeth	Vrtání Drilling	Postupné zahlubování Ramping				90°	45°	30°	15°	5°	2	50%	60%	70%	80%	90%	3	10%	30%	50%	70%	85%	4	-	5%	25%	50%	75%	≥ 5	-	-	-	5%	10%
Velikost posuvu při postupném zatřezování Feed at ramping																																											
Počet zubů No. of teeth	Vrtání Drilling	Postupné zahlubování Ramping																																									
	90°	45°	30°	15°	5°																																						
2	50%	60%	70%	80%	90%																																						
3	10%	30%	50%	70%	85%																																						
4	-	5%	25%	50%	75%																																						
≥ 5	-	-	-	5%	10%																																						
Stranové frézování Side milling		<p>Při zvýšení a_e o 100 % snižte f_z o 10 %. If increase a_e by 100% then decrease f_z by 10 %.</p>																																									









## Příloha 5

(Alpen-Maykestag s.r.o.)



Katalog. číslo: 55406001  
Název výrobku: Navrtávák NC HSS 90° 6.0x30x66  
Měrná jednotka: KS

Typ a materiál nástroje: Vrt.středící;NC navrtáváky

Obráběný materiál: **I - oceli konst. do 1000 N/mm**

■ - doporučeno

**J - oceli konst. do 1300 N/mm**

■ - alternativa

[K - šedá a tvárná litina](#)

[M - nerez,žáruvzdorné,žárupevné oceli](#)

[N - slitiny AL a Cu](#)

[U - plasty,bakelit,pertinax](#)

Hmotnost: 0.01500

**Cena za MJ bez DPH    Cena za MJ s DPH**

342,00 Kč

337,96 Kč

### Popis:

NC-středící vrták pro přesné předvrtání, vystředění a zešíkmení, i pro závitové otvory.



Katalog. číslo: 60105001  
Název výrobku: Vrták D338 broušený HSS 5.0 x 52 x 86  
Měrná jednotka: KS

Typ a materiál nástroje: Vrt.válcové D338-HSS

Obráběný materiál: **I - oceli konst. do 1000 N/mm**

■ - doporučeno

**K - šedá a tvárná litina**

■ - alternativa

[N - slitiny AL a Cu](#)

**P - oceli**

[U - plasty,bakelit,pertinax](#)

Hmotnost: 0.01000

**Cena za MJ bez DPH    Cena za MJ s DPH**

63,30 Kč

62,36 Kč



Katalog. číslo: 60114251

Název výrobku: Vrták D338 broušený HSS 14.25 x 114 x 169

Měrná jednotka: KS

Typ a materiál nástroje: Vrt.válcové D338-HSS

Obráběný materiál: **I - oceli konst. do 1000 N/mm**  
 ■ - doporučeno **K - šedá a tvárná litina**  
 ■ - alternativa **N - slitiny AL a Cu**  
**P - oceli**  
U - plasty,bakelit,pertinax

Hmotnost: 0.13700

**Cena za MJ bez DPH    Cena za MJ s DPH**  
 980,40 Kč                      969,14 Kč

**ŘEZNÉ PODMÍNKY PRO VRTÁNÍ, VYHRUBOVÁNÍ  
A VYSTRUŽOVÁNÍ**

Výběr z normativů

Vrtání nepředvrtaných děr průchozích a do dna

Nástroj: šroubovitý vrták z RO s válcovou nebo kuželovou stopkou				Obrobitelnost: 14b			
Řezná kapalina: oceli — 5 % emulze, litiny — bez kapaliny				Materiál obrobku: ocel			
Průměr vrtáku $D$ (mm)	Posuv $f$ (mm/ot)	Otáčky $n$ ( $\text{min}^{-1}$ )	Řezná rychlost $v$ (m/min)	Maximální délka $L$ (mm)	Trvan- livost $T$ (min)	Osová síla $F_s$ (N)	Potřebný výkon $P$ (kW)
5	0,07	1 670	26,2	50	12	68	0,40
6	0,08	1 370	25,9	50	14	87	0,50
7	0,10	1 170	25,7	60	16	105	0,60
8	0,11	1 010	25,4	60	18	130	0,75
9	0,12	890	25,2	70	21	155	0,90
10	0,13	800	25,0	70	23	185	1,10
12	0,15	650	24,5	75	28	230	1,30
14	0,17	550	24,1	80	34	285	1,50
16	0,18	460	23,2	90	42	320	1,60
18	0,20	400	22,6	100	47	385	1,80
20	0,22	350	22,0	100	54	480	2,20
22	0,23	315	21,7	110	62	510	2,50
24	0,24	280	21,1	120	70	600	2,80
26	0,26	250	20,4	120	77	650	2,80
28	0,27	225	19,8	130	85	700	3,00
30	0,28	200	19,0	135	96	780	3,50
35	0,30	170	18,6	150	115	990	4,0
40	0,32	145	18,2	170	135	1 140	4,50
45	0,34	125	17,7	175	150	1 320	5,0
50	0,36	110	17,3	180	180	1 610	6,50
55	0,38	98	16,5	185	200	1 770	7,0
60	0,40	85	16,0	190	230	2 100	7,5
70	0,45	70	15,5	190	260	2 560	8,5

(17)

Opravný součinitel  $k_{v2}$  pro materiály jiné obrobitelnosti

Třída obrobitelnosti	7b	8b	9b	10b	11b	12b	13b	14b
$k_{v2}$	0,29	0,35	0,42	0,50	0,60	0,70	0,84	1,0

(17)



Katalog. číslo: 229020501  
 Název výrobku: Záhlubník D335C 90° HSSE 20.5  
 Měrná jednotka: KS  
 Typ a materiál nástroje: Záhlubníky s válcovou stopkou  
 Obráběný materiál: **I - oceli konst. do 1000 N/mm**  
 - doporučeno  
 - alternativa  
J - oceli konst. do 1300 N/mm  
K - šedá a tvárná litina  
M - nerez, žáruvzdorné, žárupevné  
oceli  
N - slitiny AL a Cu  
U - plasty, bakelit, pertinax

Hmotnost: 0.04700

Cena za MJ bez DPH	Cena za MJ s DPH
685,90 Kč	677,71 Kč

Vyhrubování děr průchozích a neprůchozích

Nástroj:								
výhrubník z RO s kuželovou stopkou nebo nástrčný								
Řezná kapalina:								
5% emulze								
Průměr díry $D$ (mm)	Průměr vrtáku $D_1$ (mm)	Posuv $f$ (mm/ot)	Otáčky $n$ (min <sup>-1</sup> )	Řezná rychlost $v$ (m/min)	Délka díry $L_{max}$ (mm)	Trvan- livost $T$ (min)	Osová síla $F_s$ (N)	Potřebný výkon $P$ (kW)
10	9,25	0,25	800	25,0	70	22	5	0,20
12	11,25	0,29	650	24,5	75	24	5	0,25
14	13,25	0,34	550	24,1	80	30	6	0,30
16	15,0	0,38	460	23,2	90	34	6	0,35
18	17,0	0,40	400	22,6	100	41	6	0,35
20	19,0	0,42	350	22,0	100	48	7	0,40
22	20,5	0,45	315	21,7	110	56	7	0,40
24	22,5	0,48	280	21,1	120	60	7	0,40
26	24,25	0,50	250	20,4	120	66	7	0,40
28	26,25	0,52	225	19,8	130	74	7	0,50
30	28,25	0,55	200	19,0	135	82	8	0,55
35	33,0	0,60	170	18,6	150	94	9	0,60
40	38,0	0,65	145	18,2	170	110	9	0,65
45	42,0	0,70	125	17,7	180	124	9	0,70
50	47,0	0,75	110	17,3	180	142	10	0,75
55	52,0	0,80	95	16,5	180	168	11	0,80
60	57,0	0,87	85	16,0	200	182	13	0,90
70	67,0	1,00	70	15,5	200	218	14	1,10

Poznámka: stejné řezné podmínky lze použít pro zahlubování nástroji z RO.

(17)

(M&V spol.s.r.o.)

### Výhrubník šroubovitý tříbřitý HSS 221480 14,75

**Kategorie:** [Výhrubníky](#)  
**Normy:** 221480 , DIN 344 , ISO 7079  
**Katalog:** [Nástroje na obrábění otvorů](#)  
**Základní cena:** 558,70 CZK



<b>Hmotnost</b>	0,169 kg
<b>Počet zubů</b>	3
<b>I</b>	114 mm
<b>L</b>	169 mm
<b>ØD</b>	14,75 mm
<b>Provedení</b> Materiál výkonná rychlořezná ocel HSS. Provedení čtyřbřité s jmenovitým rozměrem ØD otvoru v toleranci H11 nebo s jmenovitým rozměrem v toleranci h8 pro otvor s přídavkem na další přesnější opracování.	
<b>Použití</b> Opracování předvrtaných, odlitých nebo předlisovaných děr pro dosažení vyšší přesnosti díry.	
<b>Způsob výroby</b>	F - frézování
<b>Povrchová úprava</b>	bez povrchové úpravy
<b>Poznámka</b> PROFI - nástroje vyráběné vybrušováním a přesným frézováním	

Výhrubování děr průchozích a neprůchozích

Nástroj: výhrubník z RO s kuželovou stopkou nebo nástrčný								Obrobitelnost: 14b
Řezná kapalina: 5% emulze								
Průměr díry D (mm)	Průměr vrtáku D <sub>1</sub> (mm)	Posuv f (mm/ot)	Otáčky n (min <sup>-1</sup> )	Řezná rychlost v (m/min)	Délka díry L <sub>max</sub> (mm)	Trvan- livost T (min)	Osová síla F <sub>s</sub> (N)	Potřebný výkon P (kW)
10	9,25	0,25	800	25,0	70	22	5	0,20
12	11,25	0,29	650	24,5	75	24	5	0,25
14	13,25	0,34	550	24,1	80	30	6	0,30
16	15,0	0,38	460	23,2	90	34	6	0,35
18	17,0	0,40	400	22,6	100	41	6	0,35
20	19,0	0,42	350	22,0	100	48	7	0,40
22	20,5	0,45	315	21,7	110	56	7	0,40
24	22,5	0,48	280	21,1	120	60	7	0,40
26	24,25	0,50	250	20,4	120	66	7	0,40
28	26,25	0,52	225	19,8	130	74	7	0,50
30	28,25	0,55	200	19,0	135	82	8	0,55
35	33,0	0,60	170	18,6	150	94	9	0,60
40	38,0	0,65	145	18,2	170	110	9	0,65
45	42,0	0,70	125	17,7	180	124	9	0,70
50	47,0	0,75	110	17,3	180	142	10	0,75
55	52,0	0,80	95	16,5	180	168	11	0,80
60	57,0	0,87	85	16,0	200	182	13	0,90
70	67,0	1,00	70	15,5	200	218	14	1,10

(17)

### Výstružník strojní s válcovou stopkou HSS 221430 15H8

Kategorie: [Výstružníky strojní](#)

Normy: 221430 , DIN 212 Form D (ISO 521)

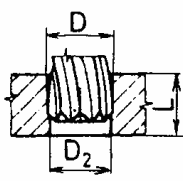
Katalog: [Nástroje na obrábění otvorů](#)

Základní cena: 456,40 CZK



Ø D	15 mm
L	162 mm
l <sub>1</sub>	50 mm
l	50 mm
Hmotnost	0,168 kg
Počet zubů	8
<b>Provedení</b> Materiál výkonná rychlořezná ocel HSS. Zuby v levé šroubovnici 7° se stejno měrnou roztečí.	
<b>Použití</b> Strojní vystružování děr ze železných a neželezných kovů, jejich slitinách a plastických hmotách.	
Způsob výroby	F - frézování
Povrchová úprava	bez povrchové úpravy
Ø d h9	12,5 mm
<b>Poznámka</b> PROFI - nástroje vyráběné vybrušováním a přesným frézováním	
<b>Poznámka 2</b> Výstružníky se vyrábí pro díry s mezními úchytkami H7 a H8, případně dle požadavku zákazníka.	

## Vystužování vyhrubovaných děr










































<p>Nástroj: výstružník z RO s kuželovou stopkou nebo nástrčný</p> <p>Řezná kapalina: 5% emulze</p>									
<p>Obrobitelnost: 14b</p> 									
Průměr díry $D$ (mm)	Průměr vrtáku $D_1$ (mm)	Průměr výhrub- níku $D_2$ (mm)	Posuv $f$ (mm/ot)	Otáčky $n$ ( $\text{min}^{-1}$ )	Řezná rychlost $v$ (m/min)	Délka díry $L_{\text{max}}$ (mm)	Trvan- livost $T$ (min)	Osová síla $F_o$ (N)	Potřebný výkon $P$ (kW)
5	4,80		0,20	550	8,6	50	13	3	0,40
6	5,80		0,23	440	8,3	50	14	3	0,40
7	6,80		0,26	370	8,1	60	17	4	0,45
8	7,80		0,30	315	7,8	60	19	4	0,50
9	8,80		0,33	270	7,6	70	22	4	0,55
10	9,25	9,80	0,36	240	7,5	70	25	4	0,60
12	11,25	11,80	0,42	195	7,2	75	28	5	0,70
14	13,25	13,80	0,47	160	7,0	80	33	5	0,75
16	15,00	15,80	0,53	135	6,9	90	37	6	0,85
18	17,00	17,80	0,58	120	6,6	100	42	6	0,90
20	19,00	19,75	0,63	105	6,5	100	47	6	1,00
22	20,50	21,75	0,68	93	6,4	110	52	6	1,10
24	22,50	23,75	0,72	83	6,3	120	58	7	1,20
26	24,25	25,75	0,77	76	6,2	120	63	7	1,20
28	26,25	27,75	0,81	70	6,2	130	68	7	1,30
30	28,25	29,75	0,82	64	6,0	135	73	8	1,30
35	33,00	34,70	0,96	54	5,9	150	84	8	1,50
40	38,00	39,70	1,11	46	5,8	170	95	9	1,80
45	42,00	44,70	1,22	40	5,7	180	110	10	2,0
50	47,00	49,70	1,32	35	5,6	180	120	11	2,20
55	52,00	54,65	1,43	32	5,5	180	130	11	2,30
60	57,00	59,65	1,53	28	5,4	200	145	12	2,30
70	67,00	69,65	1,70	24	5,2	200	170	13	2,50

(17)

Třída obrobitelnosti	7b	8b	9b	10b	11b	12b	13b	14b	15b
$k_{t2}$	0,29	0,35	0,42	0,50	0,60	0,70	0,84	1,0	1,15

(17)

## Příloha 7

P	N5	14_3P1_0001		
	N10	Odběr třísek	▽	T=UBĚRÁK_C12 F0.4/ot. V205m Čelně
	N15	14_3P1_0001		
	N20	Odběr třísek	▽	T=UBĚRÁK_C12 F0.4/ot. V205m
	N25	Odběr třísek	▽▽▽	T=HLADÍK_V11 F0.18/ot. V295m
	N30	Navrtávání		 T=NC_NAVRTVAK_90_6 F0.08/ot. S1154N
	N35	001: Otv.na pln.kru		 Z0=0 R12.5 N4
	N40	H1.vrtání		 T=VRTÁK_5x52 F0.07/ot. S1400N
	N45	Opak. poz.		001: Otv.na pln.kru
	N50	Navrtávání		 T=NC_NAVRTAVAK_90_6 F0.08/ot. S1154N
	N55	002: Otv.na pln.kru		 X0=35 Z0=-45 N4
	N60	003: Otv.na pln.kru		 X0=80 Z0=-73 N3
	N65	Vrtání		 T=Vrtak_5x52 F0.07/ot. S1400N
	N70	Opak. poz.		002: Otv.na pln.kru
	N75	Vrtání		 T=VRTÁK_14,25x114 F0.17/ot. S451N
	N80	Opak. poz.		003: Otv.na pln.kru
	N85	Navrtávání		 T=ZAHlubNIK_20.5_90 F0.41/ot. S313N
	N90	Opak. poz.		003: Otv.na pln.kru
	N95	Vystružování		 T=VYHRUBNIK_14,75 F0.36/ot. S431N
	N100	Opak. poz.		003: Otv.na pln.kru
	N105	Vystružování		 T=VYSTRUZNIK_15_H8 F0.5/ot. S125N
	N110	Opak. poz.		003: Otv.na pln.kru
	N115	14_3P1_0001K		
	N120	Dráh.frézování	▽	 T=FREZA_10e8 F0.044/zub V100m X0=35
	N125	Pravoúh.kapsa	▽	 T=FRÉZA_6 F0.02/zub V120m X0=0 Y0=0
	N130	Pravoúh.kapsa	▽▽▽ o	 T=FRÉZA_6 F0.26/zub V135m X0=0 Y0=0
	N135	Úpich		T=ZAPICHOVÁK_3,15 F0.1/ot. V185m FS2
END		Konec programu		N=1